Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Région des Maritimes
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2008/050

ÉVALUATION DU POTENTIEL DE RÉTABLISSEMENT DU SAUMON ATLANTIQUE DE L'ARRIÈRE-BAIE DE FUNDY

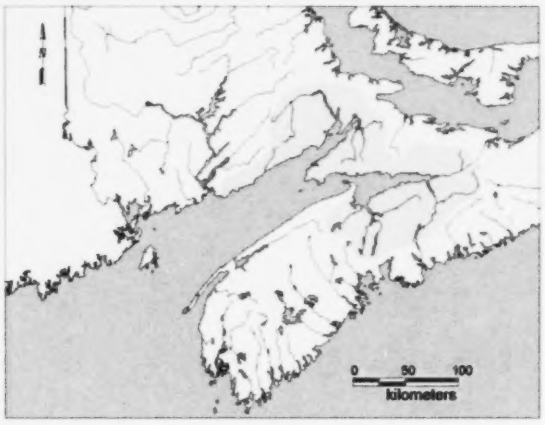

Figure 1. Carte illustrant la région des provinces Maritimes où se trouve le saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy.

Contexte :

Le saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy a été inscrit comme étant en voie de disparition sur la liste de l'annexe 1 de la Loi sur les espèces en péril (LEP) quand celle-ci est entrée en vigueur en 2004. Il a ainsi bénéficié de la protection de la LEP (interdiction de tuer un individu d'une espèce en péril, de lui nuire, de le harceler, de le capturer, de le prendre, etc.). Une équipe de rétablissement du saumon de l'arrière-baie de Fundy avait déjà été constituée et était très active avant la promulgation de la LEP, et un programme de rétablissement de ce saumon avait été élaboré avant l'entrée en vigueur de cette loi. Étant donné qu'en vertu de la LEP, un programme de rétablissement doit comprendre des éléments donnés, une version modifiée du Programme est en cours d'élaboration depuis 2003. Avant qu'elle soit définitivement établie, on a demandé aux Sciences du MPO d'entreprendre une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) conforme au protocole national établi, afin de fournir des renseignements sur les éléments scientifiques du Programme de rétablissement. L'avis formulé dans le cadre de ce processus viendra actualiser et compléter tout avis déjà présenté au sujet du saumon de l'arrière-baie de Fundy.

Le présent document résume les connaissances actuelles sur la répartition, l'abondance, les tendances, le risque de disparition et l'état présent des populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy. Il contient aussi des renseignements sur les besoins de ce saumon en matière d'habitat ainsi que sur les menaces qui pèsent sur lui et sur son habitat. Enfin, il décrit les objectifs de rétablissement proposés et les résultats de la modélisation des populations, qui permettent de mieux illustrer les probabilités d'atteindre ces objectifs dans divers cas de figure.

Novembre 2008

Canada

SOMMAIRE

- Les populations de saumon sauvage de l'arrière-baie de Fundy sont tombées à des seuils critiques et risquent actuellement de disparaître. Selon les projections fondées sur les conditions actuelles, il y a une très forte probabilité qu'en l'absence d'intervention humaine le saumon de l'arrière-baie de Fundy disparaisse d'ici dix ans.
- Jusqu'ici, la principale mesure prise pour empêcher la disparition du saumon de l'arrière-baie de Fundy a été le programme de banques de gènes vivants (BGV); il s'agit d'un programme de reproduction et d'élevage en captivité qui vise à réduire la perte de diversité génétique et à soutenir le rétablissement des populations de saumon dans les rivières de l'arrière-baie de Fundy une fois que les conditions y sont propices à leur survie. Dans les rivières ne recevant pas d'apports des BGV, les populations de saumon continuent de disparaître; toutefois, l'abondance des juvéniles a augmenté dans les rivières qui bénéficient de tels apports. L'augmentation est due au lâcher de saumons dans ces rivières ainsi qu'à leur survie subséquente et au faible niveau connexe de reproduction dans le milieu naturel.
- Il ressort de la modélisation des populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy que la mortalité moyenne annuelle des saumons immatures en mer a augmenté, passant d'une moyenne de 83 % de 1964 à 1989 à une moyenne de 97 % de 1990 à 2003. La mortalité des adultes après le frai a quant à elle augmenté de 49 % à 64 % sur la même période. Les estimations de la mortalité en mer récente sont plus élevées de nouveau (~ 99 %).
- La modélisation révèle aussi que quoique le saumon de l'arrière-baie de Fundy viendrait à disparaître rapidement sans le programme de BGV, ses populations devraient se maintenir en faible effectif à long terme grâce à ce programme, leur effectif étant composé de descendants issus de la BGV et de saumons provenant du peu de reproduction ayant lieu encore dans le milieu naturel.
- Le nombre de reproducteurs nécessaire à la conservation dans l'unité désignable (UD) (soit ~ 9 919 reproducteurs adultes) est considéré comme un objectif d'abondance raisonnable pour le rétablissement du saumon de l'arrière-baie de Fundy, représentant environ 25 % de l'abondance passée de ce saumon. On recommande de viser comme objectif de répartition de ces reproducteurs le plus grand nombre possible des 32 rivières dans lesquelles il est avéré que des populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy étaient présentes avant leur effondrement. Les objectifs de rétablissement devront être réévalués au fur et à mesure que le saumon de l'arrière-baie de Fundy se rétablira.
- On connaît mal les causes de l'effondrement que connaissent les populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy depuis les années 1980, quoique le changement observé dans la survie en mer soit suffisamment important pour expliquer le déclin. En outre, même si les menaces qui pèsent actuellement sur le saumon de l'arrière-baie de Fundy ont été cernées, les principaux facteurs qui limitent sa survie et son rétablissement restent inconnus.
- On ne pense pas que l'habitat d'eau douce limite actuellement le rétablissement du saumon de l'arrière-baie de Fundy.
- D'après la modélisation, au taux actuel de mortalité en mer (~ 99 %), un accroissement de la productivité en eau douce aurait peu d'effet sur la probabilité de disparition ou de rétablissement des populations. Toutefois, dans l'hypothèse où la survie en mer augmente (p. ex. si la mortalité en mer venait à descendre à 92-94 %), aussi bien les taux de croissance des populations que l'effectif des populations rétablies réagissent de manière très sensible à la quantité et à la qualité de l'habitat d'eau douce disponible.
- Il ressort également de la modélisation que dans les conditions actuelles ni la probabilité de disparition, ni la probabilité de rétablissement ne sont très sensiblement influencées par de faibles niveaux de mortalité d'origine anthropique. Toutefois, le modèle donne à penser que si la survie en mer venait à augmenter et que le saumon de l'arrière-baie de Fundy

commençait à se rétablir, des niveaux même faibles de mortalité d'origine anthropique influeraient sur son rétablissement.

- Jusqu'ici, on a déterminé que les principales menaces pesant sur le saumon de l'arrière-baie de Fundy dans sa phase marine sont (dans un ordre qui ne reflète pas nécessairement leur importance) les interactions avec le saumon d'élevage, les changements dans les biocénoses, les changements dans l'environnement, les pêches et les phénomènes associés à la diminution des populations. Les principales menaces auxquelles il est exposé en eau douce sont les changements dans les conditions environnementales, les contaminants, les obstacles à la migration, les pêches en eau douce et les phénomènes associés à la diminution des populations. Des précisions sur ces menaces sont données dans la partie intitulée « Menaces pesant contre le saumon de l'arrière-baie de Fundy » (à partir de la page 19).
- Les mesures d'atténuation suivantes revêtent une importance particulière de l'avis des scientifiques du MPO : le maintien des restrictions sur les saisons, les zones et les engins de pêche pour réduire les cas dans lesquels du saumon de l'arrière-baie de Fundy est capturé et la remise à l'eau des saumons capturés avec les précautions nécessaires pour leur causer le moins de dommage possible; l'amélioration du confinement du saumon d'élevage, la gestion de la santé du poisson et le choix judicieux d'emplacements propices à l'implantation de pisciculture ou d'écloseries de saumon afin de réduire ou d'éliminer les interactions écologiques et génétiques entre le saumon sauvage et le saumon d'élevage; les mesures destinées à réduire l'incidence des prédateurs et les mesures de préservation ou de rétablissement de l'intégrité des bassins versants visant à maintenir les débits naturels, l'accès à l'habitat ainsi que la qualité de l'habitat et de l'eau.
- Figurent parmi les priorités dans les recommandations de travaux de recherche l'étude des causes du changement dans la survie en mer, de l'utilisation de l'habitat marin par le saumon de l'arrière-baie de Fundy, ainsi que des autres facteurs susceptibles de limiter le rétablissement de ses populations, notamment les effets génétiques de la dépression de consanguinité, de la dépression consécutive à des croisements distants, de la sélection aux fins de domestication, des interactions avec le saumon d'élevage, de la prédation et des changements dans le réseau trophique, ainsi que des options de migration. Des recherches sur le rôle de l'habitat d'eau douce dans le rétablissement, notamment en ce qui concerne les moyens d'améliorer la migration du poisson et les effets d'une telle amélioration advenant un accroissement de la survie en mer, sont aussi recommandées.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

Raison d'être de l'évaluation

Quand le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) désigne une espèce aquatique comme étant en voie de disparition ou menacée et que le gouverneur en conseil décide d'inscrire cette espèce sur la liste des espèces en péril, c'est au ministre des Pêches et des Océans qu'il incombe, en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP), de prendre certaines mesures. Beaucoup de ces mesures nécessitent un avis scientifique, p. ex., concernant l'état actuel de l'Unité désignable (UD) de l'espèce considérée, les menaces à sa survie et à son rétablissement, et la faisabilité de ce dernier. Cet avis scientifique a jusqu'ici été formulé généralement dans le cadre d'une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) effectuée peu de temps après l'évaluation du COSEPAC. Cette façon de procéder permet d'intégrer les analyses scientifiques ayant fait l'objet d'une évaluation par les pairs aux processus associés à la LEP, y compris la planification du rétablissement.

Le saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy a été désigné comme étant en voie de disparition par le COSEPAC en 2001. L'assemblage de populations qu'il représente a été réévalué en avril 2006 par le COSEPAC, qui a reconfirmé qu'il était en voie de disparition. Le saumon de l'arrière-baie de Fundy se trouve actuellement à des seuils critiques et il a été inscrit sur la liste de l'annexe 1 de la LEP (et se trouve de ce fait protégé). Avant que le Programme de rétablissement le concernant soit définitivement établi, il a été demandé aux Sciences du MPO d'entreprendre une EPR. L'avis qui sera formulé dans le cadre de ce processus viendra actualiser et compléter tout avis déjà présenté au sujet du saumon de l'arrière-baie de Fundy.

Unité désignable de l'arrière-baie de Fundy

L'unité désignable (UD) de saumon de l'arrière-baie de Fundy, appelée simplement ici saumon de l'arrière-baie de Fundy, comprend les populations de saumon des rivières se jetant dans la baie de Fundy, depuis la rivière Pereaux, en Nouvelle-Écosse (N.-É.), jusqu'à la rivière Mispec, au Nouveau-Brunswick (N.-B.) Du saumon atlantique a été observé dans 32 des 42 rivières de cette région (figure 2), mais il est probable qu'il ait fréquenté de manière intermittente la plupart de l'habitat accessible de la région par le passé.

Le saumon de l'arrière-baie de Fundy se distingue sur le plan génétique des autres groupes de population de saumon atlantique et possède des caractéristiques biologiques uniques, présentant notamment des migrations localisées quand il est en mer et des cas de maturité après un hiver en mer plus fréquents que chez les autres populations de saumon des Maritimes. Fait exception à ces tendances la population de la rivière Gaspereau, chez laquelle la proportion de saumons dibermarins (ayant passé deux hivers en mer) est plus élevée que celle des autres populations de l'arrière-baie.

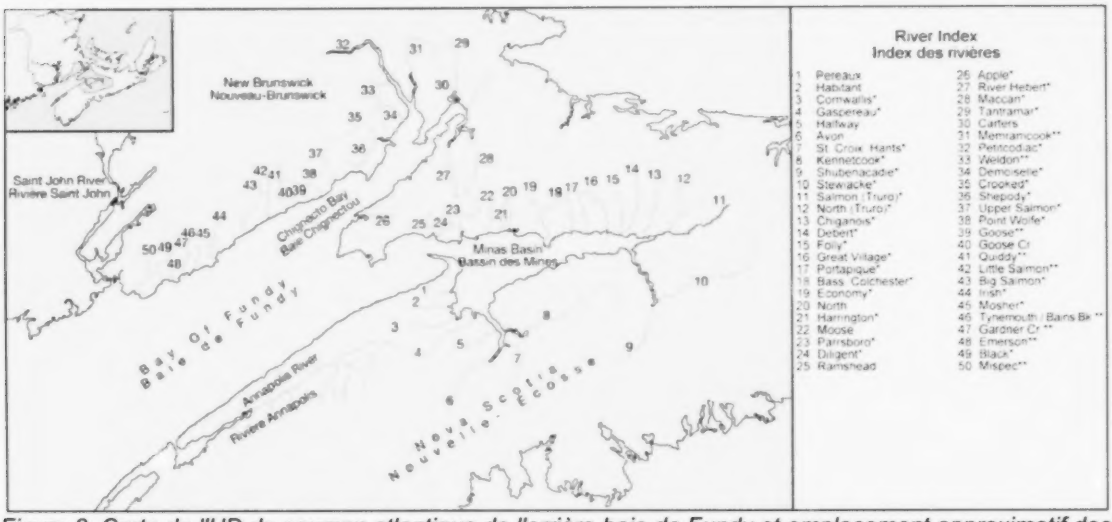

Figure 2. Carte de l'UD de saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy et emplacement approximatif des 50 rivières de la région occupée par l'UD. Toutes les rivières et tous les tributaires de l'UD ne sont pas représentés. Il ressort des données sur les prises de la pêche récréative et des données historiques de la pêche électrique que 32 rivières (*) contenaient des populations autonomes de saumon atlantique et que 10 autres rivières et cours d'eau (**) auraient produit du saumon. Les autres rivières ont fait l'objet d'un échantillonnage en 2000, 2002 ou 2003.

Cycle biologique

Le saumon de l'arrière-baie de Fundy est anadrome; cela signifie que bien qu'ils doivent se reproduire en eau douce, la plupart de ses individus passent le plus clair de leur vie dans l'océan à se nourrir et grandir. Ils peuvent frayer plusieurs fois avant de mourir. Une fois parvenus à la maturité, la plupart de ces saumons frayent chaque année, quoique certains d'entre eux ne frayent que tous les deux ans, comme c'est le cas plus fréquemment chez les populations situées hors de l'arrière-baie de Fundy. Le frai a lieu généralement en novembre sur les seuils aux fonds de gravier des cours d'eau. Après le frai, les adultes (appelés alors « charognards » ou « saumons vides ») peuvent soit retourner à la mer, soit demeurer en eau douce jusqu'au printemps suivant. Les œufs déposés dans des « nids » se développent durant l'hiver. Ils commencent à éclore en avril et les larves qui sont munies d'un sac vitellin (et qu'on appelle « alevins vésiculés ») restent sur les fonds de gravier jusqu'en mai ou juin. Une fois émergés du gravier, les jeunes saumons (appelés alors « alevins ») commencent à se nourrir. Tandis qu'ils grandissent, leur comportement change et ils ont tendance à fréquenter différents endroits de la rivière. Dès l'automne, ils ont atteint le stade de « tacon ». Dans l'arrière-baie de Fundy, les tacons demeurent habituellement en eau douce pendant 2 à 4 ans, après quoi la plupart d'entre eux subissent les transformations physiques qui leur permettront de survivre dans l'océan. À ce stade, ce sont des « saumoneaux », qui vont migrer vers la mer en mai et juin. Il arrive que certains mâles aient déjà atteint la maturité à l'état de tacon (on les appelle « tacons précoces ») et qu'ils tentent de s'accoupler avec des femelles matures. Dans les populations de l'arrière-baie de Fundy, la plupart des saumons parviennent à la maturité après avoir passé un hiver en mer (on les appelle « saumons unibermarins »), mais une petite proportion d'entre eux n'atteignent la maturité qu'après deux hivers en mer (ce sont des « dibermarins »). La période de montaison (remontée de la rivière) des adultes varie : chez certaines populations elle se situe à la fin du printemps ou au début de l'été et chez d'autres en automne principalement.

Banques de gènes vivants

Le programme de banques de gènes vivants (BGV) visant l'UD a été amorcé en 1998, dans le but de préserver les populations qui subsistent et la diversité génétique restante du saumon de l'arrière-baie de Fundy. Un autre vis scientifique (MPO 2008) a été produit, qui traite de la faisabilité du recours aux centres de biodiversité pour maintenir de cette façon les populations de saumon a été produit. La réunion à laquelle il a donné lieu a débouché notamment sur les grandes conclusions suivantes pour ce qui est de l'évaluation du potentiel de rétablissement :

- « Les banques de gènes vivants ne sont pas l'unique solution pour assurer la conservation de la biodiversité. Il faut aussi s'attaquer efficacement aux menaces qui pèsent sur les populations naturelles si l'on veut que la conservation de la biodiversité devienne une réalité.

- Le maintien, par un programme de reproduction en captivité, de la diversité génétique d'une espèce lorsque le taux de survie est très faible dans le milieu naturel, est une stratégie toute indiquée chaque fois que la faiblesse du taux de survie est attribuable à une cause qui peut être corrigée par des mesures de gestion et que des interventions en ce sens sont prévues ou peuvent être mises en en application ou, encore, chaque fois que la faiblesse du taux de survie est attribuable à des causes environnementales et que l'on peut s'attendre à ce que les conditions redeviennent favorables à la survie de l'espèce.

- Les données ne sont pas concluantes en ce qui concerne la réussite de la réintroduction de populations qui ont été maintenues en captivité. Nombre d'exemples d'échecs dans le rétablissement de populations autonomes peuvent être expliqués par l'omission de tenir compte des menaces qui constituaient le risque à l'origine ou par des programmes de reproduction en captivité dans le cadre desquels on n'a pas appliqué de mesures appropriées. »

ÉVALUATION

État et tendances des populations

Antérieurement au cours du XX^{e} siècle, l'abondance du saumon atlantique adulte dans les rivières de l'arrière-baie de Fundy a été estimée à environ 40 000 individus. En 1999, on ne chiffrait plus l'effectif de ce saumon qu'à 250 adultes. Compte tenu de la faible abondance des populations de saumon dans les deux rivières où les montaisons d'adultes sont actuellement surveillées (les rivières Big Salmon et Gaspereau), il est peu probable que ce chiffre ait beaucoup augmenté depuis. Quoique par le passé l'abondance ait beaucoup fluctué, depuis 1989 le saumon sauvage de l'arrière-baie de Fundy est tombé à des seuils d'abondance critiques (bien en-dessous de ceux qui ont été documentés jusque-là) et il risque actuellement de disparaître.

De façon générale, l'état des populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy a été évalué d'après deux rivières-repères, soit la rivière Big Salmon (N.-B.) et la rivière Stewiacke (N.-É.), ainsi que d'après les données sur les prises et l'effort dans la pêche récréative avant sa fermeture, les données de la pêche électrique dans plusieurs rivières et les dénombrements de saumons adultes dans les rivières Gaspereau (N.-É.) et Upper Salmon (N.-B.).

Le nombre estimé d'adultes qui sont retournés frayer dans la rivière Stewiacke durant les années 1960 et au début des années 1970 se situait entre 1 100 et 6 700 individus, ce nombre variant fortement d'une année à l'autre (figure 3). Les montaisons annuelles estimées se chiffrent à moins de 50 saumons de 1997 à 2001, et il est peu probable qu'en 2001 elles ont été supérieures à quatre saumons. Globalement, les estimations de l'abondance annuelle révèlent une diminution de plus de 99 % entre 1967 et 2000, qui s'est produite surtout du début au milieu des années 1990 (diminution d'environ 92 % de 1990 à 2000). Un relevé par pêche électrique effectué en 2003 a révélé que l'abondance des juvéniles a augmenté dans la rivière grâce au programme de BGV. On ne surveille pas actuellement l'abondance des adultes dans cette rivière.

L'effectif de la montaison dans la rivière Big Salmon était de l'ordre de 1 000 à 4 000 saumons durant les années 1960 et au début des années 1970, mais on pense qu'il a été inférieur à 100 individus chaque année de 1996 à 2002. Selon les résultats de dénombrements effectués par des plongeurs et d'un programme de marquage et de recapture, 77 saumons adultes sont revenus dans cette rivière en 2006 et 47 en 2007. Les estimations de l'effectif de la population d'adultes montrent une diminution de 92 à 97 % sur les 30 ans de la période 1967-2000, de 63 à 80 % de cette diminution s'étant produite au début des années 1990. L'abondance des juvéniles a augmenté dans cette rivière également, grâce au programme de BGV.

L'abondance des adultes dans la rivière Gaspereau (N.-É.) est surveillée au moyen de dénombrements à l'échelle à poissons du barrage de White Rock. En 2007, le nombre de saumons ayant remonté l'échelle était de deux, alors qu'il avait été de 102 en 1997. Pendant 22 ans, soit de 1963 à 1994, on a pris notre du nombre d'adultes observés en automne dans la

rivière Upper Salmon. Le nombre le plus élevé, soit 1 200 saumons, a été recensé en 1967; en 1979, l'effectif observé était de 900 saumons. De 1991 à 1994, le nombre de saumons adultes observé en un an n'a jamais dépassé 50.

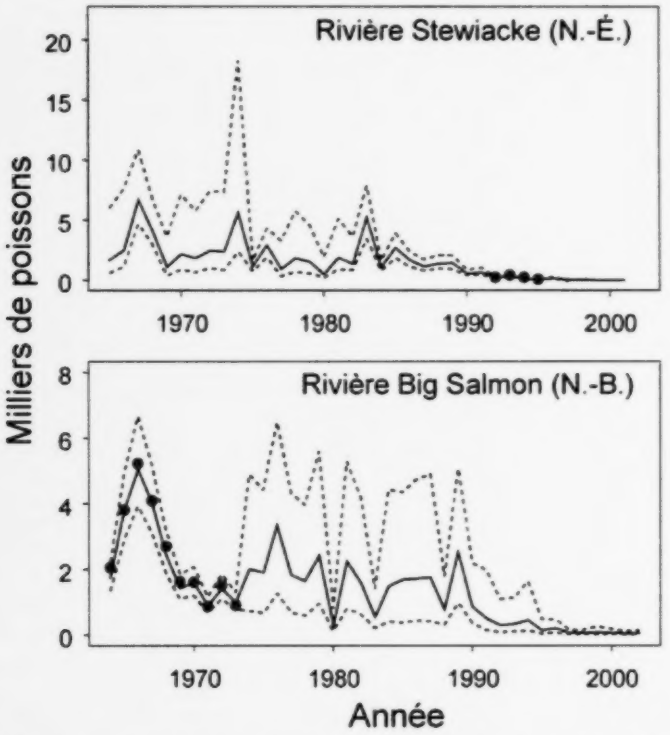

Figure 3. Nombre estimé de saumons atlantiques (lignes pleines) revenus dans deux rivières de l'arrière-baie de Fundy de 1965 à 2002. Les points représentent les dénombrements aux barrières servant d'« ancrages » au modèle. Les lignes pointillées représentent un intervalle bayesien de confiance à 80 % dénotant l'incertitude associée aux estimations.

L'abondance du saumon dans les autres rivières de l'arrière-baie de Fundy est en général établie d'après des opérations de pêche électrique destinées à évaluer l'abondance des juvéniles. En 2002, des alevins ont été observés uniquement dans quatre des 34 rivières ne recevant pas d'apports des BGV, et seules 12 de ces rivières contenaient des tacons. Lorsque des saumons étaient présents dans des rivières ne bénéficiant pas d'apports des BGV, les densités moyennes d'alevins et de tacons parmi ces saumons étaient très faibles (figure 4). Au cours du relevé de 2003, du saumon a été capturé en faible densité dans cinq des dix rivières qui ne reçoivent pas d'apports des BGV. Les densités augmentent dans les rivières qui reçoivent des apports des BGV, mais elles restent basses dans de nombreux tronçons de ces rivières. Aucun saumon n'a été observé dans sept rivières qui en contenaient en 2000. Cela laisse croire que des disparitions locales sont en cours dans les rivières qui ne reçoivent pas d'apports des BGV. Toutefois, l'intensité de l'échantillonnage dans certaines de ces rivières était faible; il est donc possible que des saumons y étaient présents à un très bas niveau d'abondance, mais qu'ils n'ont pas été décelés. La hausse de la densité dans les rivières bénéficiant d'apports des BGV est due au lâcher de saumons dans ces rivières ainsi qu'à leur survie subséquente et au faible niveau connexe de reproduction dans le milieu naturel.

Bien que le pronostic général de l'état des populations d'adultes soit sombre, l'abondance accrue des juvéniles dans les rivières recevant des apports du programme de BGV révèle que

ce programme a ralenti ou fait cesser le déclin du saumon dans certaines rivières. Dans la rivière Big Salmon, l'abondance des adultes observée de 2005 à 2007 est supérieure à celle de la période 2001-2004, quoique restant très basse. Les saumons qui reviennent dans cette rivière arrivent à se reproduire. Si on exclut les saumoneaux d'élevage, les saumoneaux qui étaient issus de la reproduction de saumons dans le milieu naturel représentaient une proportion de 43 et 35 % des saumoneaux émigrant de la rivière Big Salmon en 2003 et en 2004, respectivement. Le programme de BGV a pu permettre d'éviter la disparition du saumon dans certaines rivières et empêcher la perte de cette lignée génétiquement distincte parmi l'ensemble des populations de saumon.

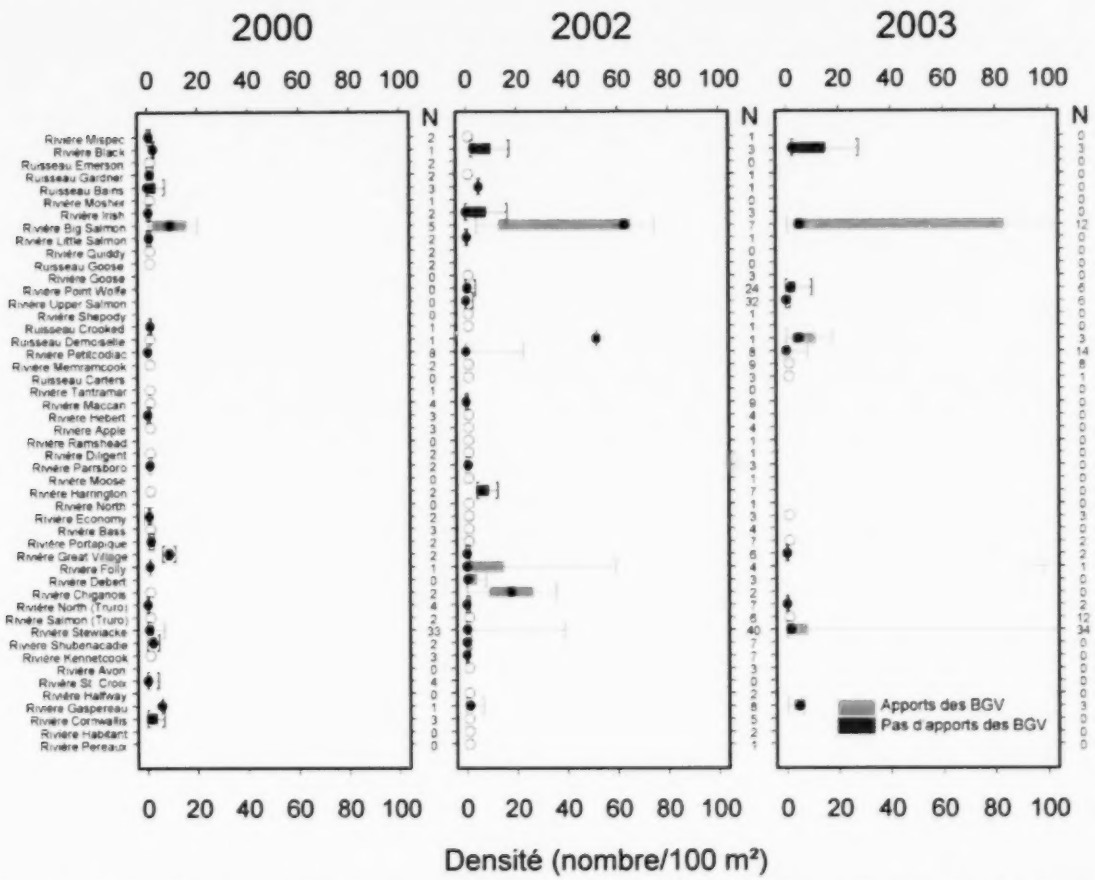

Figure 4. Densité des saumons atlantiques juvéniles dans les rivières de l'arrière-baie de Fundy d'après un recensement par pêche électrique effectué en 2000, 2002 et 2003. La colonne N représente le nombre d'endroits où une pêche électrique a eu lieu chaque année dans chaque rivière indiquée. Les points noirs pleins représentent les densités médianes (les densités étant égales ou supérieures à cette valeur dans la moitié des endroits et égales ou inférieures à elle dans l'autre moitié). Les points vides représentent les rivières où aucun saumon n'a été capturé. Les rectangles représentent l'écart interquartile (dans la moitié des endroits recensés, les densités se situaient dans les limites de cet écart). Les crochets représentent les densités minimales et maximales observées chaque année. Les rivières recevant des apports des BGV sont celles dans lesquelles des saumons atlantiques juvéniles ont été lâchés depuis 1996. Les densités supérieures à 100 poissons aux 100 m^2 sont représentées par une flèche. Les rivières en regard desquelles figure un espace vierge sont des rivières où il n'y a pas eu de pêche électrique au cours des années considérées.

Dynamique de la population : Hier et aujourd'hui

On a analysé la dynamique de la population de saumon de la rivière Big Salmon, qu'on estime représentative du saumon de l'arrière-baie de Fundy en général, depuis 1964. La méthode du maximum de vraisemblance a été utilisée pour ajuster un modèle du cycle biologique par rapport à neuf ensembles de données portant sur cette population. Trois modèles de la dynamique passée ont été comparés : 1) un modèle dans lequel les paramètres du cycle biologique (p. ex. la survie selon l'âge ou le stade, les probabilités de smoltification selon l'âge, la probabilité d'atteindre la maturité après une année en mer) ne changeaient pas au fil du temps; 2) un modèle dans lequel les paramètres du cycle biologique aux stades juvéniles changeaient une fois au cours de la période considérée et 3) un modèle dans lequel les paramètres du cycle biologique aux stades adultes et les paramètres du milieu marin changeaient une fois au cours de la période considérée. Le troisième modèle, soit celui qui permettait des changements dans le milieu marin, était celui qui offrait le meilleur ajustement aux données d'observation disponibles et celui également qui était le plus réaliste sur le plan biologique. Les analyses reflètent : 1) un changement dans le taux de mortalité annuelle du saumon immature en mer, qui est passé d'une moyenne de 0,83 pour la période 1964–1989 à une moyenne de 0,97 pour la période 1990-2003 et 2) un changement dans la mortalité annuelle moyenne des saumons adultes après le frai, le taux étant passé de 0,49 (1964–1989) à 0,64 (1990 – 2003). Une des limites du modèle réside dans le fait qu'il est fondé sur les moyennes des taux de chaque période, ce qui ne permet pas d'intégrer les changements en cours (annuels) aux valeurs des paramètres. Les estimations de la mortalité en mer récente (~ 99 %) sont supérieures aux estimations obtenues avec le modèle, ce qui porte à croire que des changements sont en train de se produire.

Projections de population dans les conditions actuelles sans les apports des BGV

On a eu recours à deux types d'analyse de la viabilité des populations (AVP), l'une fondée sur les tendances et l'abondance de la population de la rivière Stewiacke et l'autre sur le cycle historique de la population de la rivière Big Salmon, pour déterminer s'il est vraisemblable que le saumon de l'arrière-baie de Fundy se rétablisse, compte tenu de sa dynamique et de ses taux de survie actuels. Dans le cas de la rivière Stewiacke, le taux annuel moyen de déclin de 1990 à 2002 était de 32 %, la probabilité que l'effectif de la population ait augmenté pendant cette période étant pratiquement nulle. Les projections de population dénotent à partir de 2002 une probabilité d'environ 70 % que cette population disparaisse d'ici 2012 s'il n'y a pas d'intervention humaine pour empêcher sa disparition et si les conditions responsables de son déclin restent inchangées. Les projections établies pour la rivière Big Salmon sont fondées sur l'état de la population en 2006 et aboutissaient, dans tous les cas de simulation, à la disparition d'ici 10 ans.

Tendances du rétablissement

Les objectifs de rétablissement applicables au saumon de l'arrière-baie de Fundy peuvent être définis d'après deux composantes : un objectif d'abondance et un objectif de répartition. L'objectif d'abondance vaut pour toute l'UD, ainsi que pour certaines rivières. L'objectif de répartition vise un ensemble de rivières dans lesquelles le saumon se rétablirait. Quoiqu'on ne sache pas quelle serait la dynamique d'un assemblage futur autonome de populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy, certains éléments d'information peuvent guider nos décisions au sujet de ces composantes.

Abondance

La gestion du saumon atlantique dans les provinces Maritimes est fondée sur l'état des populations de saumon par rapport à un point de référence qui est le nombre de reproducteurs nécessaire à la conservation. Dans les provinces Maritimes, les besoins de reproducteurs aux fins de la conservation sont des estimations, propres à chaque rivière, du nombre de saumons nécessaires pour obtenir une ponte de 2,4 œufs/m^2 d'habitat fluvial, sauf en ce qui concerne la rivière LaHave pour laquelle on a fixé une ponte provisoire plus basse en raison des incertitudes associées à l'acidification de l'eau. L'état des populations de saumon dans les Maritimes est actuellement déterminé par comparaison entre l'effectif de ces populations et les besoins en reproducteurs, et les mesures de gestion destinées à conserver ou rétablir les populations de saumon sont prises en fonction de l'état des populations par rapport à ces besoins. Le chiffre de ponte susmentionné a été initialement adopté par le Comité scientifique consultatif des pêches canadiennes dans l'Atlantique (CSCPCA) comme étant le niveau en dessous duquel le CSCPCA recommanderait vivement qu'il n'y ait pas de pêche. Le CSCPCA considérait que ce chiffre représentait une modeste marge de sécurité. De plus, la possibilité d'un dommage irréversible au stock augmentait proportionnellement à l'écart négatif entre l'échappée de reproducteurs et ce critère, et proportionnellement aussi à la durée de cet écart, même quand l'échappée ne se situait que légèrement en-dessus du chiffre requis. Parmi les risques figuraient « l'accentuation des fluctuations annuelles de l'effectif des montaisons et la réduction de la capacité à long terme du stock de soutenir des pêches autochtones de subsistance, des pêches récréatives ou des pêches commerciales; un plus grand risque de disparition en raison de phénomènes génétiques, démographiques ou environnementaux catastrophiques et des diminutions connexes de productivité; des changements permanents dans les caractéristiques démographiques de la population de frayeurs [et] le remplacement dans l'écosystème par d'autres espèces de poisson concurrentes de moindre valeur sociale et économique. »[1]

Le nombre de reproducteurs nécessaire à la conservation dans 25 rivières de l'arrière-baie de Fundy dans lesquelles l'habitat a été quantifié (tableau 1), y compris toutes les grandes rivières, se chiffre à 9 919 poissons. Comme les rivières restantes sont relativement petites, le nombre de reproducteurs dont on a besoin pour la conservation dans ces rivières ne devrait probablement pas représenter plus de quelques points de pourcentage de celui qui s'applique à l'ensemble de l'UD de l'arrière-baie de Fundy. Par comparaison, l'abondance historique totale du saumon de l'arrière-baie de Fundy a été estimée à plus de 40 000 poissons. Si on adoptait le nombre de reproducteurs nécessaire à la conservation comme objectif de rétablissement, cela correspondrait à environ un quart de l'abondance passée estimée dans cette région. De plus, dans le cas des rivières pour lesquelles ont dispose d'estimations historiques de l'abondance, ce nombre ne paraît pas indûment élevé par rapport à l'abondance passée. Par exemple, dans la rivière Stewiacke le nombre de reproducteurs requis est de 772 petits saumons et 289 grands saumons. Ces chiffres ont été dépassés la plupart du temps de 1964 à 1985 (alors qu'il y avait des pêches commerciales et récréatives), parfois de plus du double. Pareillement, l'abondance du saumon avant son déclin dans la rivière Big Salmon, où le nombre de reproducteurs nécessaire à la conversation est de 700 poissons (280 petits et 420 grands saumons), dépassait par moment 3 000 saumons.

Il sera probablement nécessaire de réévaluer les objectifs de rétablissement quand les populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy commenceront à se rétablir, que se poursuivra la recherche sur la dynamique de ces populations et qu'on en saura plus sur

[1] CSCPCA. 1991. Définition de la conservation du saumon de l'Atlantique. Comité scientifique consultatif des pêches canadiennes dans l'Atlantique. Doc. consult. 91/15.

l'équilibre entre la production en eau douce et la survie en eau de mer parmi les populations en voie de rétablissement. Toutefois, à la lumière de l'information donnée ci-dessus, il est peu probable que les valeurs de référence applicables à chaque rivière seront de beaucoup inférieures au nombre de reproducteurs nécessaire à la conservation dans ces rivières.

Répartition

Les problèmes associés à l'établissement d'un objectif de rétablissement de l'abondance en l'absence de connaissance de la dynamique des populations rétablies se posent aussi quand il s'agit de déterminer quelles sont les rivières auxquelles doit s'appliquer cet objectif. De plus, la recherche de la stabilité numérique et de l'intégrité génétique au sein de l'UD souffre des incertitudes au sujet de l'importance de la migration entre rivières. Toutefois, il y chez le saumon de l'arrière-baie de Fundy et dans la biologie du saumon en général plusieurs caractéristiques qui permettent de penser que le rétablissement du plus grand nombre possible de populations accroîtra la possibilité d'une autonomie à long terme du saumon de l'arrière-baie de Fundy.

S'agissant de la composante de répartition dans l'objectif de rétablissement, on a proposé de viser le rétablissement des populations de saumon dans les rivières où on sait qu'elles étaient présentes avant leur effondrement d'après les statistiques des prises récentes de la pêche récréative (prises déclarées en provenance de 22 rivières de 1970 à 1989, après quoi la pêche a été fermée) ou les statistiques des prises antérieures dans la pêche récréative (portant sur 32 rivières marquées d'un astérisque dans la figure 2). Comme la viabilité de la population, la fonction écologique et les avantages anthropiques augmentent si les populations sont rétablies dans le plus grand nombre de rivières possible, on recommande d'inclure dans l'objectif de répartition le plus grand nombre possible de rivières parmi les 32 dans lesquelles des saumons ont été capturés par le passé. Toutefois, on ne sait pas s'il faut inclure dans l'objectif la totalité de ces 32 rivières pour assurer le maintien à long terme du saumon de l'arrière-baie de Fundy. Compte tenu de cette incertitude, il faudrait peut-être englober dans l'objectif de rétablissement un vaste sous-ensemble de ces rivières, pour le cas où la faisabilité du rétablissement du saumon dans une rivière donnée serait limitée. Il conviendrait, cependant, de prendre en considération les critères scientifiques suivants dans l'établissement futur des priorités à cet égard (les points 1 à 3 sont les plus importants).

1) Le saumon de l'arrière-baie de Fundy est structuré par population et selon ses caractéristiques génétiques. Il ressort d'analyses de l'ADN mitochondrial que ce saumon peut être divisé en deux groupes de populations génétiquement et géographiquement distinctes : la sous-unité du bassin Minas (populations des rivières qui se jettent dans le bassin Minas) et la sous-unité de la baie Chignecto (populations des rivières qui se jettent dans la baie Chignecto et directement dans la baie de Fundy depuis le Nouveau-Brunswick). De plus, la population de la rivière Gaspereau est unique en ce qu'elle est semblable sur le plan génétique aux populations de la sous-unité du bassin Minas, mais qu'elle présente des habitudes migratoires en mer et des caractéristiques du cycle biologique qui ressemblent à celles du saumon de l'avant-baie de Fundy.

2) Le rétablissement du saumon dans les rivières représentant plus de 10 % de la superficie totale mesurée (les grandes rivières), p. ex. les rivières Petitcodiac et Big Salmon dans la sous-unité de la baie Chignecto et les rivières Stewiacke/Shubenacadie et Salmon dans la sous-unité du bassin Minas, contribuerait vraisemblablement au rétablissement des populations des autres rivières. Les grandes populations sont de meilleures sources d'émigration et de colonisation que les petites.

3) Les rivières qui contenaient des populations indigènes résiduelles faisant actuellement l'objet d'apports du programme de BGV sont toutes indiquées pour le rétablissement. Il s'agit des rivières Stewiacke, Big Salmon, Upper Salmon, Point Wolfe, Gaspereau, Great Village, Economy, Debert, Folly et Portapique.

4) Il y a des variations locales dans l'habitat au sein de la région du bassin Minas et de Chignecto qui devraient mener à des adaptations locales et qui représentent donc une diversité supplémentaire méritant d'être conservée. Le maintien de ces variations devrait accroître la probabilité de la persistance des populations à long terme en augmentant leur potentiel d'adaptation aux changements environnementaux. Par exemple, les rivières de la rive nord du bassin Minas tendent à avoir un gradient supérieur à ceux de la côte sud et les rivières qui se jettent dans l'avant-baie Chignecto ou directement dans la baie de Fundy tendent à avoir un gradient supérieur à celles des rivières de l'arrière-baie Chignecto.

5) Les rivières qui ont une forte productivité par unité de superficie, comme les rivières Big Salmon, Harrington, Debert et North, ainsi que celles qui ont une capacité de production supérieure, comme les rivières Stewiacke, Shubenacadie, Salmon (comté de Colchester) sont celles qui offrent la meilleure possibilité de rétablissement de leurs populations (figure 5).

6) En augmentant le nombre de populations servant à maintenir les variations locales, on diminue le risque de disparition due à des phénomènes catastrophiques. Quoique, actuellement, on ne sait pas quel rôle jouent les individus égarés et le mélange des populations dans le maintien des populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy, la structure de la métapopulation s'est révélée être un facteur important dans la conservation des salmonidés dans d'autres zones. Elle peut accroître la persistance régionale, en particulier quand la dispersion « sauve » une population locale de la disparition. Il s'est avéré qu'un nombre même faible de saumons égarés a eu pour effet de prolonger la persistance régionale. Il s'ensuit que la probabilité de persistance à long terme du saumon de l'arrière-baie de Fundy devrait s'accroître au fur et à mesure qu'augmente le nombre de rivières dans lesquelles le saumon est rétabli.

Tel qu'indiqué dans le cas de l'utilisation du nombre de reproducteurs nécessaire à la conservation comme objectif d'abondance, il est probable que l'objectif de répartition devra être examiné une fois acquise la connaissance de la dynamique des populations rétablies. Il se peut qu'on puisse réduire le nombre de rivières visées par le rétablissement s'il s'avère qu'un plus petit nombre de rivières suffit à assurer la persistance du saumon. À l'inverse, il se peut aussi qu'un plus grand nombre de rivières ou un plus grand accès aux rivières soit nécessaire au rétablissement.

Tableau 1. Nombre de reproducteurs nécessaire à la conservation chez le saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy.

Zone de pêche du saumon	Rivière	Aires d'alevinage (100 m^2)	Nombre d'œufs requis	Nombre de saumons		
				Petits	Grands	Total
22	Apple	2 111	506 640	125	47	171
	Bass (Col.)	696	167 040	41	15	56
	Chiganois	3 369	808 560	199	74	273
	Cornwallis	1 706	409 440	182	44	226
	Debert	3 499	839 760	206	77	284
	Diligent	335	80 400	20	7	27
	Economy	2 386	572 640	141	53	193
	Folly	2 896	695 040	171	64	235
	Gaspereau	3 325	798 216	85	127	212
	Great Village	2 587	620 880	153	57	210
	Harrington	629	150 960	37	14	51
	Kennetcook	3 976	954 240	235	88	322
	Maccan	8 228	1 974 720	485	182	667
	North (Col.)	4 485	1 076 400	265	99	364
	Parrsboro	705	169 200	42	16	57
	Portapique	3 309	794 160	195	73	268
	R. Hebert	2 282	547 680	135	50	185
	Salmon (Col.)	13 468	3 232 320	795	297	1 092
	Shubenacadie	10 340	2 481 600	610	228	838
	St. Croix (Hants)	4 283	1 027 920	253	95	347
	Stewiacke	13 086	3 140 640	772	289	1 061
23	Big Salmon	9 093	2 182 320	280	420	700
	Point Wolfe			139	63	202
	Petitcodiac	28 150	6 756 000	1688	101	1 789
	Upper Salmon			60	29	89
	Total	124 944	29 986 776	7 314	2 609	9 919

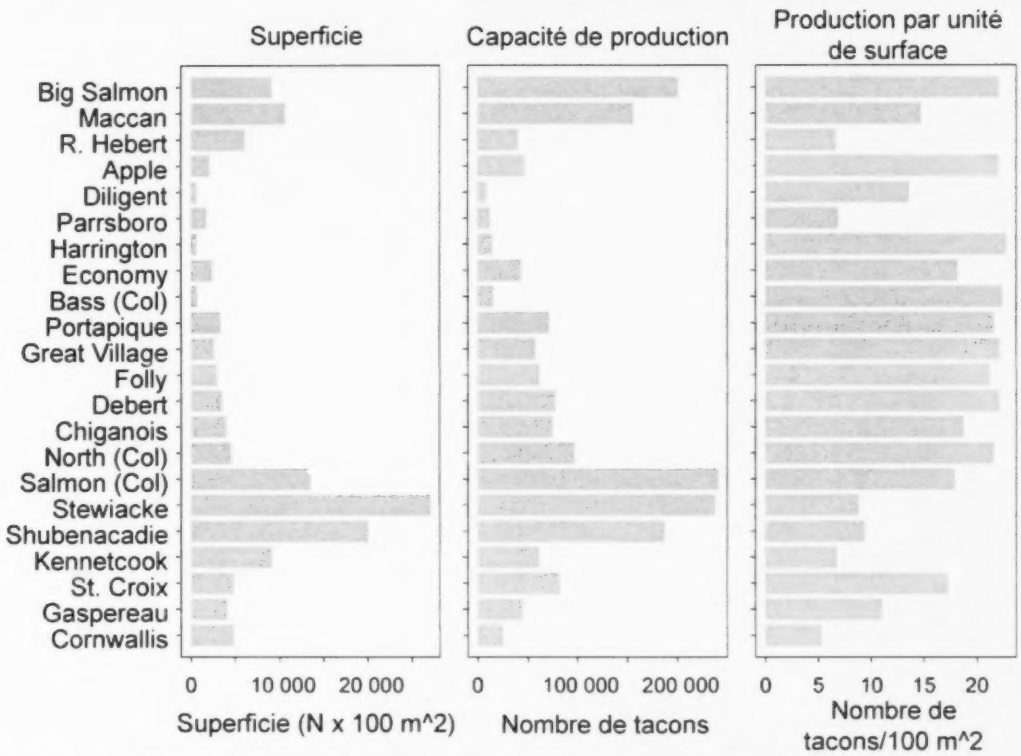

Figure 5. Superficie d'habitat fluvial, capacité totale de production de tacons d'âge 1 + et production par unité de surface dans 22 rivières à saumon de l'arrière-baie de Fundy. La production par unité de surface a été estimée en utilisant les mesures provenant d'orthophotocartes en guise d'approximations de la qualité de l'habitat dans le cours des rivières.

Besoins en matière d'habitat

En eau douce

Le saumon atlantique a besoin de plusieurs habitats différents tout au long de son cycle biologique (habitats fluviaux, lacustres, estuariens, etc.); au fur et à mesure qu'il grandit pour attendre la maturité, ses besoins en habitat changent (annexe 1). L'interconnexion entre les types d'habitat est un facteur important de la croissance, de la survie et du succès de reproduction. Le saumon atlantique a besoin d'un habitat d'eau douce pour se nourrir, hiverner, frayer, aleviner et passer les premiers stades de sa croissance, puis migrer. La qualité de l'habitat est influencée par : 1) les températures saisonnières, 2) le débit d'eau, 3) les caractéristiques chimiques de l'eau (p. ex., le pH, la teneur en nutriants et en oxygène), 4) la turbidité, 5) l'abondance des invertébrés et 6) les perturbations physiques (p. ex. les retenues, la déforestation), ainsi que par de nombreux autres facteurs. Les rivières habitées par le saumon atlantique sont, en règle générale, claires, froides et bien oxygénées; elles se caractérisent par des pentes allant de faibles (2 m/km) à modérées (11,5 m/km), des fonds de gravier, de galets et de roches, des eaux dont le pH est supérieur à 5,5 et de faibles charges de limon (< 0,02 %). Les rivières dont la superficie présente environ 70 % de seuils semblent constituer l'habitat optimal. Le saumon préfère les lits stables parsemés de seuils, de rapides, de mouilles et de platins naturels, qu'il utilise à différents stades de sa vie. On trouve les plus fortes densités de population et productivité dans les rivières où les températures estivales sont modérées (de 15 à 25 °C) et où la vitesse du courant l'est également (25 cm/sec.). La

température de l'eau doit être supérieure à 7 °C pour que les tacons grandissent. Les juvéniles se nourrissent des invertébrés qui dérivent dans l'eau. Les tacons préfèrent les pentes de 0,5 à 1,5 %.

En mer

Les besoins en habitat marin des saumons atlantiques de l'arrière-baie de Fundy (annexe 2) sont moins connus que ses besoins en habitat d'eau douce. Ce manque d'information est dû à la difficulté de recueillir des données et de pister le saumon en mer. Il est toutefois avéré que certaines zones sont fréquentées depuis longtemps par le saumon à des stades donnés de son cycle biologique et que ce poisson évolue dans la majeure partie de la baie de Fundy au cours de sa phase marine. Les données provenant du retour d'étiquettes révèlent que contrairement aux autres populations de saumon des Maritimes, peu de saumons de l'arrière-baie de Fundy migrent dans l'Atlantique Nord. Selon les indications obtenues dans le cadre de relevés au chalut et de programmes de surveillance au moyen d'étiquettes acoustiques, les postsaumoneaux de l'arrière-baie de Fundy semblent utiliser les habitats de l'arrière-baie et de l'avant-baie de Fundy ainsi que du golfe du Saint-Laurent durant leur premier été en mer. On ignore quels sont les habitats qu'ils fréquentent en hiver. En Islande, il s'est avéré que les captures de saumon présentent une corrélation significative avec l'hydrographie, la production primaire, le stock présent de zooplancton ainsi que la répartition et l'abondance du poisson fourrage. À l'heure actuelle, le seul indicateur de la qualité de l'habitat marin qui pourrait être appliqué d'emblée au saumon de l'arrière-baie de Fundy est la température de la surface de la mer. D'après des recherches effectuées dans la mer du Labrador (donc sur des populations de saumon autres que celles de l'arrière-baie de Fundy), les températures du milieu marin qui conviennent au saumon de l'Atlantique sont de l'ordre de 1-13 °C, sa prédilection allant aux températures de 4 à 10 °C. Un autre indicateur possible est celui de la disponibilité et de la répartition des proies, quoiqu'on manque de données à ce sujet. Les lançons (*Ammodytes americanus*) et les euphausiacés sont des proies importantes du saumon de l'arrière-baie de Fundy, dont on sait toutefois que l'alimentation est variable. On recommande que soient effectuées des recherches sur l'utilisation de l'habitat marin, notamment sur son utilisation spatio-temporelle tout au long de l'année (mais particulièrement l'hiver), l'accent étant mis sur la recherche des facteurs limitatifs.

Capacité de l'habitat de répondre aux besoins du saumon

Habitat d'eau douce

À partir de la deuxième moitié du XIX^{e} siècle, l'habitat d'eau douce a été affecté par l'exploitation forestière, l'agriculture et l'aménagement de routes. Des obstacles à la migration des saumons, comme les barrages, les digues et les ponts-chaussées, ont aussi été introduits dans de nombreuses rivières de l'arrière-baie de Fundy. Bien qu'il y ait peu de doute que le manque d'accès aux habitats de frai et de croissance a contribué à la diminution de la capacité de production des saumons de l'arrière-baie de Fundy aux cours des deux derniers siècles, les phénomènes susmentionnés ne coïncident pas avec l'effondrement démographique récent. Rien n'indique non plus qu'il y ait d'autres sources de dégradation et de perte d'habitat d'eau qui expliqueraient les déclins observés. On ne pense pas que l'habitat d'eau douce constitue actuellement une limite au rétablissement du saumon de l'arrière-baie de Fundy. Cela ne veut pas dire que l'habitat d'eau douce dans les bassins versants de l'arrière-baie de Fundy ne pose pas de problèmes (voir la partie intitulée « Menaces dans le milieu d'eau douce »), mais signifie simplement que l'habitat d'eau douce semble capable de soutenir des populations de saumon. Cette observation est fondée en partie sur la production de juvéniles dans les rivières qui reçoivent des apports des BGV. Dans d'autres régions de la Nouvelle-Écosse, l'acidification

limite la production en eau douce, mais dans les rivières de l'arrière-baie de Fundy, le pH est en général supérieur à 6,0 et il est propice à la production de saumons.

Habitat marin

Si on tient pour acquis que la gamme des températures de prédilection indiquée plus haut vaut aussi pour le saumon de l'arrière-baie de Fundy, les températures superficielles de la mer nous indiquent que la capacité de l'habitat de la baie de Fundy et du nord du golfe du Maine a répondre aux besoins du saumon varie selon la saison. Les eaux océaniques froides qui y pénètrent, maintiennent les températures de la baie de Fundy et du golfe du Maine dans la gamme de prédilection une bonne partie de l'année. Toutefois des relevés des températures moyennes à la surface de la mer révèlent qu'en août et septembre, alors que les eaux sont chaudes, l'habitat propice au saumon se limite aux îles de la baie de Fundy, à l'avant-baie et au sud-ouest de la côte néo-écossaise (figure 6). L'habitat disponible est encore plus restreint de février à avril, alors que les températures moyennes à la surface de l'eau se situent vers le bas de la gamme des températures favorables. De plus, il est probable que les températures soient parfois encore plus basses, ce qui réduirait encore l'habitat propice au saumon pendant cette période. Au cours des autres mois de l'année l'habitat se situant dans la gamme des températures disponibles semble abondant.

Quoique dans l'avant-baie de Fundy les températures ne semblent pas avoir un grand effet limitatif, elles ne représentent qu'une des composantes de l'habitat marin. La survie en mer a diminué dans les populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy, et également, mais dans une moindre mesure, dans celles d'une bonne partie de l'est canadien, et elle est actuellement bien inférieure à celle des populations de saumon du nord de l'Europe. Dans une analyse préliminaire, on a cherché à voir s'il y avait un lien entre la survie en mer du saumon venant de la rivière Big Salmon de 1964 à 2004 et les variables environnementales qui pourraient refléter des changements dans le baie de Fundy. On n'a trouvé aucune corrélation importante entre la survie et l'indice d'oscillation de l'Atlantique Nord, la température à la surface de la mer, le débit de la rivière et la salinité superficielle; on n'a pas décelé non plus dans ces variables de tendances importantes qui seraient révélatrices d'un changement dans l'habitat.

On recommande d'effectuer des recherches pour déterminer quelles composantes de l'habitat risquent de limiter le rétablissement et quelles mesures d'atténuation connexes aboutiraient à la plus grande amélioration quantitative et qualitative de l'habitat.

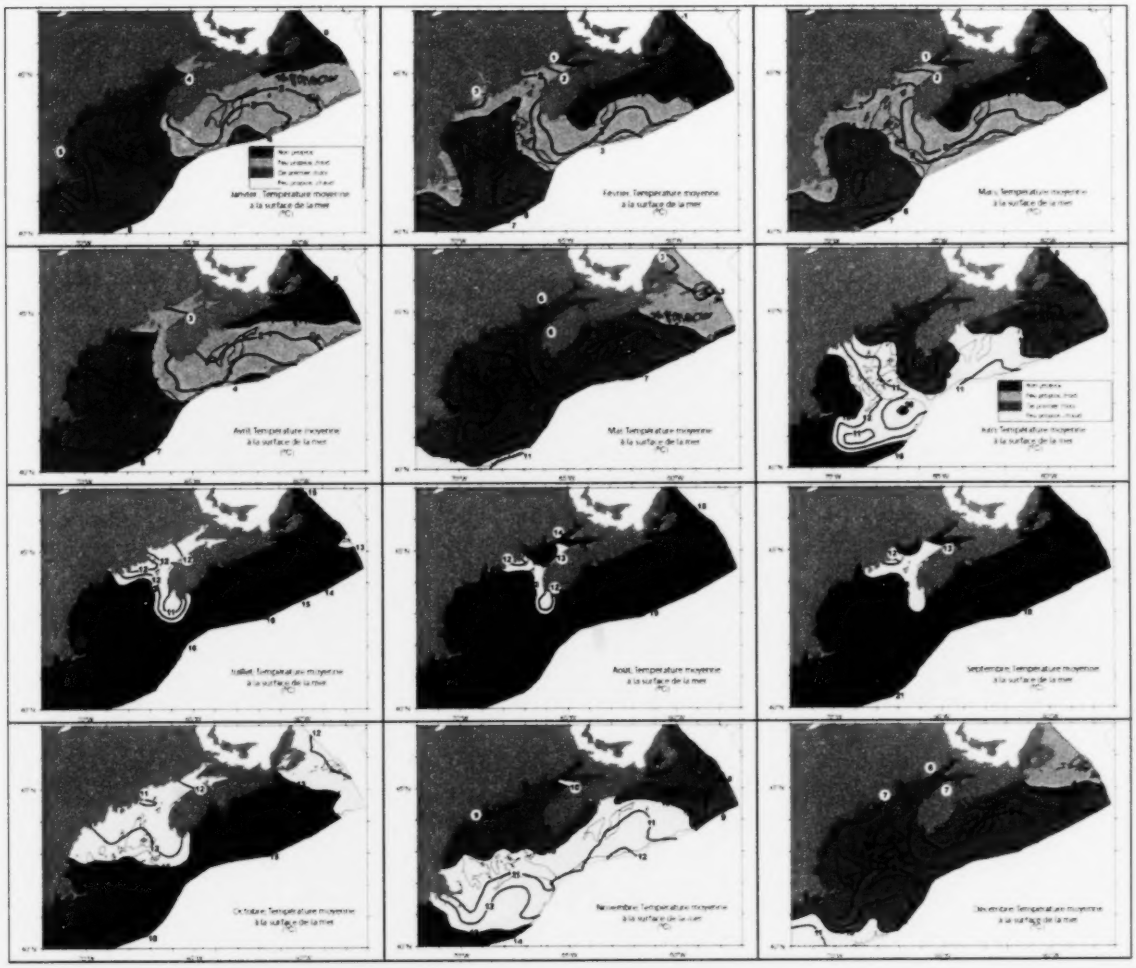

Figure 6. Adéquation entre l'habitat et les besoins du saumon en août, septembre, octobre, novembre, janvier et mars dans le golfe du Maine, la baie de Fundy et le sud du plateau néo-écossais d'après la moyenne des températures mensuelles à la surface de la mer provenant des données recueillies par satellite de 1981-2000 (le rouge correspond à un habitat propice, le jaune à un habitat peu propice et le vert à un habitat très propice).

Considérations relatives à l'utilisation de l'habitat

Habitat d'eau douce

Une analyse de viabilité des populations (ci-après) a été effectuée qui permet d'évaluer la réaction attendue des populations aux changements qualitatifs et quantitatifs que connaît l'habitat. À partir de ce modèle, il est possible d'évaluer le risque relatif dans des cas prévus, étant entendu qu'il importe d'interpréter les résultats du modèle en fonction des données d'entrée et des hypothèses utilisées. De plus, tel qu'indiqué dans la partie sur les objectifs de rétablissement, l'importance de chaque rivière dans le rétablissement varie selon la rivière. En outre, l'importance de l'habitat varie lui aussi au sein d'une même rivière. Des cartes de la capacité de production des tacons (constituant une approximation de la qualité de l'habitat) ont été établies pour ce qui est de 22 rivières de l'arrière-baie de Fundy (énumérées à la figure 5). Ces cartes ont été fondées sur le lien existant entre l'abondance et le gradient des cours d'eau, un paramètre de l'habitat dont on sait qu'il influe sur les caractéristiques du débit d'eau, sur la morphologie du lit, sur les processus de tri des sédiments et sur la quantité d'énergie nécessaire pour occuper l'habitat. Elles nous donnent une indication des endroits où l'habitat de prédilection du saumon juvénile se trouve vraisemblablement et peut servir à guider les décisions au sujet de l'utilisation de l'habitat. Toutefois, ces cartes ne tiennent pas compte d'autres paramètres qui influent sur la qualité de l'habitat, comme la qualité ou la température de l'eau. De plus, elles ne comprennent pas l'habitat nécessaire à d'autres stades biologiques, comme les mouilles et les frayères dont ont besoin les saumons adultes. L'interconnexion entre les habitats est un autre facteur important dans l'utilisation de l'habitat.

Quoique la capacité biotique de l'habitat d'eau douce dans l'arrière-baie de Fundy ne soit pas connue, on pense que, si les taux de survie en mer augmentent jusqu'à leurs niveaux d'avant le déclin, la capacité de production de l'habitat d'eau douce suffirait à soutenir des populations rétablies au moins jusqu'aux niveaux de rétablissement projetés. Cette assertion est fondée sur les facteurs suivants : 1) la modélisation de la population de la rivière Big Salmon indique que la capacité biotique de la rivière à l'égard des tacons reste élevée; 2) la survie des saumons juvéniles lâchés dans les rivières de l'arrière-baie de Fundy jusqu'au stade de saumoneau semble raisonnable; 3) l'objectif de rétablissement proposé, soit environ 25 % de l'abondance passée, n'est pas élevé par rapport à la production observée par le passé et 4) les gradients et types de substrat de la plupart des rivières sont propices à la production du saumon si les autres paramètres de l'habitat (p. ex. la qualité de l'eau, l'envasement, la température de l'eau, etc.) sont maintenus. On recommande de recenser la quantité, l'emplacement et l'état actuels de l'habitat d'eau douce dans toutes les rivières de l'arrière-baie de Fundy et de quantifier les changements subis par l'habitat au fil du temps.

Habitat marin

Face à l'incertitude au sujet de la répartition du saumon de l'arrière-baie de Fundy dans le milieu marin, on ne saurait déterminer la contribution de chaque zone marine à la persistance ou au rétablissement des populations. Les données provenant d'étiquettes renvoyées indiquent que le saumon de l'arrière-baie de Fundy fréquente la région de Quoddy ou du moins l'a fréquentée par le passé. Il ressort d'expériences de marquage par étiquettes acoustiques que les postsaumoneaux opèrent des migrations dans la plupart des eaux de la baie de Fundy et que certains d'entre eux suivent le mouvement giratoire en sens antihoraire faisant le tour de la baie. Ainsi que cela a été décrit dans la partie sur les besoins en habitat marin, il y a des zones dans lesquelles les températures de l'eau se situent, de manière plus constante que celles d'autres eaux, dans la gamme des températures de prédilection du saumon.

Menaces pesant contre le saumon de l'arrière-baie de Fundy

On comprend mal les causes de l'effondrement du saumon atlantique sauvage dans l'arrière-baie de Fundy depuis les années 1980. Le déclin synchronique de l'abondance de ce saumon dans toutes les rivières de l'arrière-baie de Fundy donne à penser à des facteurs communs agissant sur toutes les populations de saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy; tel qu'indiqué ci-dessus, un changement dans la survie en mer a été l'explication la plus probable donnée à ce déclin.

À ce jour, on a cerné les facteurs suivants (énumérés sans ordre d'importance) comme principales menaces pesant sur le saumon dans sa phase marine : 1) les interactions avec des saumons d'élevage (p. ex., la concurrence pour la nourriture avec des saumons évadés, les épidémies de parasites et de maladies ainsi que la modification des interactions avec les prédateurs), 2) les changements dans la biocénose (p. ex. une plus grande abondance de prédateurs et l'absence ou la diminution des espèces fourrages), 3) les changements dans l'environnement (p. ex. le changement de régime de température entraînant une baisse de la productivité de l'océan et la modification des routes migratoires entraînant une diminution du taux de survie), 4) les pêches (p. ex. les captures illégales ou accessoires excessives de saumon) et 5) les phénomènes associés à la diminution des populations (p. ex. le manque de recrues pour former des bancs de poissons efficaces). Voici (sans ordre d'importance) les principales menaces cernées dans les habitats d'eau douce : 1) les changements dans les conditions environnementales (p. ex., les changements climatiques entraînant l'émigration précoce des saumoneaux ou une diminution de la productivité en eau douce ainsi que les changements atmosphériques entraînant une augmentation du rayonnement ultraviolet et des effets connexes); 2) les contaminants; 3) les obstacles à la migration du poisson; 4) les pêches en eau douce et 5) les phénomènes associés à la diminution des populations (p. ex. le comportement anormal dû au faible nombre d'individus ou à la dépression de consanguinité).

Menaces dans le milieu marin

Aquaculture

Le développement de la salmoniculture dans des régions côtières de la baie de Fundy et du golfe du Maine a pu accroître la transmission de maladies et de parasites (p. ex., le virus de l'anémie infectieuse du saumon [VAIS] ou le pou du poisson) au saumon sauvage. En 1999, quatre évadés d'une pisciculture et un saumon sauvage capturés dans le piège de la passe migratoire de la Magaguadavic, près de la région de Quoddy, étaient porteurs du VAIS. Toutefois, des postsaumoneaux sauvages et des postsaumoneaux d'élevage d'origines différentes (dans l'arrière et l'avant-baie) qui avaient été capturés au cours de leur migration dans la baie de Fundy et le nord du golfe du Maine étaient exempts de parasites ou de maladies. De plus, les quelques adultes qui ont remonté les rivières Gaspereau, Stewiacke et Big Salmon se sont avérés relativement exempts de poux du poisson. Bien qu'on n'ait pas de preuve de l'existence d'un lien entre les épidémies de maladies et l'absence de rétablissement du saumon de l'arrière-baie de Fundy, les épidémies de maladies et de parasites dans les piscicultures de saumon ont été liées à une hausse de mortalité parmi les stocks de saumon sauvage avoisinants de l'Atlantique Nord-Est. C'est pourquoi on recommande de continuer à surveiller l'état de santé des saumons aussi bien sauvages que d'élevage.

Certains s'inquiètent de ce que le développement de l'aquaculture du saumon mène ou ait déjà mené à une perte de succès de reproduction, en raison du mélange des saumons évadés des piscicultures avec les reproducteurs sauvages. À l'époque où le saumon sauvage de l'arrière-baie de Fundy amorçait son déclin, l'industrie de l'élevage du saumon atlantique était en rapide expansion dans la baie de Fundy et on a alors commencé à dénombrer dans les

rivières les saumons atlantiques évadés des pisciculture. Ainsi, dans la rivière Magaguadavic, qui se jette dans l'avant-baie de Fundy, les montaisons d'adultes en 1996 se composaient de 57 % de saumons d'élevage évadés des cages marines, de 34 % de saumons issus de la reproduction naturelle et de 9 % de saumons d'élevage qui s'étaient évadés des pisciculture alors qu'ils étaient juvéniles. Dans une étude du saumon alentour des écloseries commerciales du sud-ouest du Nouveau-Brunswick de 1998 à 2005, on a dénombré des juvéniles évadés dans 75 % des cours d'eau adjacents à ces écloseries. Le nombre d'évadés variait selon l'endroit et l'année, mais on a trouvé des juvéniles évadés tous les ans près des endroits proches des écloseries dans la rivière Magaguadavic et le cours d'eau Chamcook. Dans la Magaguadavic, les juvéniles évadés étaient la plupart du temps plus nombreux que les saumons sauvages. Des études des microsatellites et des analyses de l'ADN mitochondrial de saumons d'élevage évadés dans la rivière Magaguadavic et le cours d'eau Chamcook ont révélé qu'environ 6 % présentaient des marqueurs génétiques dénotant leur ascendance européenne. Des évaluations génétiques récentes (effectuées depuis 2001) dans la rivière Upper Salmon indiquent que jusqu'à 10 % des juvéniles de cette rivière de l'arrière-baie de Fundy ont des marqueurs génétiques compatibles avec une ascendance européenne. L'information sur la période d'origine et la répartition de ces marqueurs indique qu'il est probable que ces poissons soient des saumons d'origine aquacole, plutôt que des égarés naturels ayant traversé l'océan. Comme seulement un petit pourcentage du stock de saumons d'élevage de la baie de Fundy est d'ascendance européenne, cela laisse croire qu'une bien plus grande proportion de saumons sauvages peuvent descendre, du moins en partie, de saumons dont on présume qu'ils se sont échappés de pisciculture de saumon ou d'écloseries alimentant des pisciculture de saumon. Comme on sait que les croisements ont d'importants effets néfastes sur le succès de reproduction du saumon dans le milieu naturel, il est nécessaire de déterminer l'ampleur des incidences génétiques des pisciculture sur le saumon de l'arrière-baie de Fundy. Tant qu'on n'aura pas résolu ces incertitudes, les incidences génétiques des saumons évadés des pisciculture sur les populations considérées resteront une des causes possibles de l'absence de rétablissement. Si une baisse de succès de reproduction due au croisement avec des saumons évadés de pisciculture se révélait être une cause première de l'absence de rétablissement, alors le nombre de saumons évadés des pisciculture risque peut-être d'être un frein au rétablissement.

Selon certains, l'abondance de prédateurs à proximité des pisciculture de saumon atlantique de la baie de Fundy serait une source de mortalité chez les postsaumoneaux et elle pourrait limiter le rétablissement des populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy. La baie de Fundy abrite de nombreux prédateurs possibles du saumon, mais on manque de données sur la forme et de l'étendue de la prédation pour évaluer l'incidence actuelle de ces prédateurs sur la persistance et le rétablissement des populations de saumon. L'incidence des phoques, des oiseaux et des autres prédateurs à proximité des pisciculture de saumon et dans d'autres régions reste indéterminée, mais c'est un facteur qui pourrait influer sur le rétablissement des populations de saumon.

Changements dans la biocénose

Les changements dans la biocénose de la baie de Fundy (p. ex., l'accroissement des populations de prédateurs, les changements dans l'abondance des espèces fourrages) pourraient influer sur la survie du saumon en mer, mais ils ne sont pas bien documentés pour ce qui est de la période durant laquelle les populations de saumon ont décliné. Comme on ne sait pas quel est l'habitat marin du saumon de l'arrière-baie de Fundy en hiver, les changements survenus dans la biocénose sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine méritent qu'on s'y intéresse, en raison de leur effet possible sur le rétablissement si l'habitat du saumon se situe parmi cette biocénose. On a observé dans l'est du plateau néo-écossais des changements importants dans la biocénose, touchant de multiples espèces,

qui pourraient influer sur la survie du saumon à grande échelle, quoique dans la baie de Fundy il y ait d'indicateurs de changements à grande échelle parmi la biocénose. Indépendamment de l'effet possible d'une transformation de la biocénose, des relevés sur les postsaumoneaux réalisés dans la baie de Fundy et dans le golfe du Maine de 2001 à 2003 ont révélé que ces saumons se nourrissaient de diverses proies pélagiques (amphipodes, euphausiacés et larves de poisson) qui traversaient la baie de Fundy ainsi que le nord du golfe du Maine et que leur croissance était très rapide; d'où la conclusion que les conditions environnementales et les sources de nourriture ne sont pas une limite à la croissance ou à la survie dans les premiers mois où le saumon est en mer. Compte tenu de la grande variété de l'alimentation des postsaumoneaux, il est peu probable qu'une limitation de la nourriture ait joué un rôle important durant la totalité ou la majeure partie du déclin.

On sait peu de chose des incidences des prédateurs marins sur les populations de saumon atlantique. La prédation, en particulier au stade de postsaumoneau peu après que le poisson ait quitté la rivière, a été retenue comme étant une des grandes causes de mortalité chez les salmonidés, mais elle n'a pas été étudiée chez les populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy. Les données les plus récentes permettent de croire que dans les rivières qui ont de longs estuaires, les saumoneaux courent de plus grands risques de mortalité due aux prédateurs, parce qu'ils sont vulnérables plus longtemps dans ces habitats à découvert. La prédation par le bar rayé (*Morone saxatilis*) chez les saumoneaux a été documentée dans une rivière du Maine au long estuaire et une étude récente semble indiquer que la mortalité parmi les postsaumoneaux des rivières de l'arrière-baie de Fundy qui se jettent dans le bassin Minas (rivières Stewiacke et Gaspereau) était notablement supérieure à celle qu'on observait chez les saumons des mêmes stades dans les rivières de la côte néo-brunswickoise de l'arrière-baie de Fundy (rivières Big Salmon et Upper Salmon). Cette différence dans la survie peut être liée à divers facteurs, notamment à la présence de bars rayés et d'autres prédateurs dans le bassin Minas ou aux longs estuaires qui sont plus fréquents dans les rivières plus proches de l'arrière-baie. Une corrélation positive a été établie entre les prises de saumon aux stades suivant la smoltification dans la baie de Fundy et le golfe du Maine et les prises de certains prédateurs éventuels, dont l'aiguillat commun (*Squalus acanthias*). Toutefois, aucune présence de saumon n'a été décelée dans une étude du contenu stomacal de 405 aiguillats communs provenant de la baie de Fundy réalisée en 1985.

Changements dans l'environnement

On sait que les conditions environnementales du milieu océanique influent sur la migration, la croissance et la survie du saumon. Une corrélation a été établie entre les cycles de température et les débarquements historiques de saumons adultes, et de l'avis de certains le changement climatique peut contribuer aux déclins actuels dans l'abondance du saumon atlantique dans l'Atlantique Nord. L'augmentation la plus marquée de la température de la surface de la mer à l'échelle mondiale s'est produite dans l'Atlantique Nord, et une baisse de la productivité primaire a été attribuée à cette augmentation de la température. Ces observations portent à croire que les récents déclins dans certaines populations canadiennes de saumon atlantique seraient une conséquence du changement climatique, quoiqu'on ne soit pas certain des mécanismes qui entreraient en ligne de compte. Toutefois, une analyse récente de la mortalité du saumon de l'arrière-baie de Fundy dans sa phase marine n'a pas révélé de corrélations entre soit l'indice d'oscillation de l'Atlantique Nord, soit la température à la surface de la mer.

Certains estiment aussi que le changement dans les conditions environnementales peut avoir occasionné une modification des routes de migration, ayant abouti à une baisse de la survie. Parmi les étiquettes renvoyées qui avaient été apposées sur des saumons de l'arrière-baie de Fundy, un bon nombre d'entre elles venaient de la région de Quoddy, dans la baie de Fundy. Or, peu de postsaumoneaux ont été décelés à l'entrée de cette région lors d'un relevé par

étiquettes acoustiques réalisé en 2001. Au cours de ce relevé, il s'est avéré que dans les premiers mois de leur séjour dans la baie de Fundy la survie des postsaumoneaux qui provenaient des rivières se jetant dans le bassin Minas était si basse qu'il n'y en aurait eu que très peu d'entre eux, voire aucun, à pouvoir revenir dans leurs rivières en tant qu'adultes. Par comparaison, la survie des saumons de même stade originaires des rivières du Nouveau-Brunswick qui se jettent dans la baie de Fundy était beaucoup plus élevée. On ne sait pas si cette différence est liée à des changements dans les habitudes de migration. La basse température de l'eau dans la baie de Fundy durant la migration et tout au long de l'été devrait assurer au saumon qui reste dans la baie un habitat adéquat. La température et les courants n'ont pas, que l'on sache, changé au point d'occasionner une forte augmentation de la mortalité.

Pêches marines et estuariennes

Dans la baie de Fundy, des postsaumoneaux ont déjà été interceptés dans des parcs à hareng (*Clupea harengus harengus*). Toutefois, il est interdit depuis 1983 de prendre du saumon dans des parcs à hareng; de plus un bon nombre de ces parcs ne sont plus exploités. Aucune prise accessoire importante n'a été signalée dans les parcs à hareng restants, mais, compte tenu des bas effectifs actuels des populations de saumon, on ne connaît pas l'incidence globale qu'auraient sur elles de faibles prises accessoires (voir ci-après la partie intitulée « Viabilité des populations »). Dans le cadre d'un relevé effectué de 2001 à 2003, il a été établi que la pêche commerciale du hareng à la senne coulissante pratiquée en mai et juin chevauchait la zone de répartition des postsaumoneaux au moment où ils quittent la baie de Fundy pour entrer dans le golfe du Maine. Ce chevauchement spatial et temporel de l'habitat donne à penser que ceux de ces saumons qui migrent près de la surface peuvent être interceptés et capturés, mais que de plus amples études sont nécessaires pour déterminer quelle est la quantité de ces prises accessoires, le cas échéant.

Il est ressorti d'un examen, réalisé en 2004, de toutes les pêches de la baie de Fundy assujetties à permis (~100) et qui sont susceptibles d'influer sur les populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy que dans quatre de ces pêches marines (soit celles du gaspareau, de l'alose, du hareng et du maquereau au filet maillant) le risque de capture de saumons était grand, mais qu'en revanche il y avait peu de possibilité d'atténuer ce risque (p. ex. remise à l'eau des prises à l'état vivant ou restrictions sur les saisons de pêche). Cet examen a aussi permis d'établir que dans six autres pêches marines – soit la pêche à la ligne des truites dans les estuaires, la pêche des anguilles dans les pêcheries fixes, la pêche de l'éperlan au filet maillant, la pêche du gaspareau au filet-trappe, la pêche du hareng au moyen de parcs et la pêche du poisson de fond au filet maillant – des mesures pourraient être mises en œuvre pour réduire le risque de prises accessoires et de mortalité parmi le saumon. Ces mesures consistent en des restrictions sur les saisons et les zones de pêche visant à éviter les endroits dont on sait qu'ils sont fréquentés par le saumon de l'arrière-baie de Fundy ou dont on peut s'attendre à ce qu'ils le soient, l'application de la réglementation pour s'assurer que les filets sont exploités de manière conforme à la loi et qu'ils sont régulièrement surveillés, et la remise à l'eau des saumons à l'état vivant. Il a été jugé que les autres pêches examinées ne menaçaient pas le saumon de l'arrière-baie de Fundy.

Il se peut que de nouvelles pêches commerciales ou certaines de celles qui sont déjà pratiquées puissent intercepter des saumons de l'arrière-baie de Fundy dans les endroits de cette baie et du golfe du Maine où les postsaumoneaux séjournent longtemps. Cela risque d'être particulièrement le cas dans la partie américaine du golfe du Maine, où les chalutiers pélagiques jouent un grand rôle dans la pêche, mais qu'on n'en connaît pas les effets. En 2003, sept saumons ont été capturés dans des parcs en filet installés à grande hauteur d'eau dans l'arrière-baie de Fundy; ils ont été remis à l'eau, mais cinq d'entre eux ont été échantillonnés

auparavant. Bien qu'une analyse génétique n'ai permis d'identifier aucun d'entre eux comme provenant d'une population de saumon de l'arrière-baie de Fundy, il reste que leur capture montre que des prises accidentelles sont possibles dans ces pêches. Une pêche récréative du bar rayé est pratiquée dans de nombreux estuaires du bassin Minas à des périodes où le saumon adulte est présent dans ces estuaires. Des cas isolés de prises accessoires ont été signalés dans cette pêche, mais on ne sait pas quelle est l'incidence de ces prises.

Phénomènes associés à la diminution des populations (comportement anormal dû à la faible abondance)
On pense que le regroupement en bancs chez certains autres poissons pélagiques est un moyen de se défendre contre les prédateurs et qu'il réduit donc le risque de prédation. Bien que les pertes de postsaumoneaux dans les régions côtières de la baie de Fundy ne puissent être attribuées directement aux prédateurs, les faibles prises constantes de postsaumoneaux dans les traits de chalut durant les relevés réalisés dans la baie de Fundy et le golfe du Maine de 2001 à 2003 permettent de penser que ces saumons étaient trop peu nombreux pour former de vastes bancs. À l'heure actuelle, on ne sait pas si les populations de saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy formaient des bancs; si cela était, rien ne montre qu'elles aient perdu la capacité de se regrouper effectivement en bancs.

Autres activités ayant lieu dans le milieu marin
Quoique le milieu marin soit le siège d'autres activités, comme des relevés sismiques, le forage de puits et des travaux scientifiques, aucune de ces activités n'a été considérée comme représentant une menace importante dans le présent EPR.

Menaces en eau douce

Qualité de l'habitat – Changements dans les conditions environnementales (p. ex., dégradation de l'habitat, changements climatiques entraînant l'émigration précoce des saumoneaux et une diminution de la productivité en eau douce)
L'habitat dans les rivières où fraye le saumon continue d'être menacé par les effets de l'agriculture, de l'urbanisation, de la foresterie, de l'exploitation minière, de la construction de routes et d'autres activités anthropiques. La baisse de la production de saumoneaux occasionnée par la dégradation de l'habitat, le faible pH et la hausse des températures a été observée ailleurs, mais on n'a pas quantifié son incidence globale sur le saumon de l'arrière-baie de Fundy. Toutefois, les apports des BGV ont réussi à accroître tant le nombre de saumons juvéniles dans les rivières de l'arrière-baie de Fundy que le nombre de saumoneaux qui émigrent de ces rivières. On peut donc affirmer que la qualité de l'habitat d'eau douce dans la région de l'arrière-baie de Fundy suffit actuellement au maintien des populations de saumon juvénile, malgré le problème constant de dégradation de l'habitat.

Qualité de l'habitat – Contaminants
On s'inquiète de plus en plus de l'effet des pesticides et des contaminants présents dans l'environnement sur la survie du saumon atlantique en eau douce. Les expériences réalisées dans le cadre de diverses études récentes semblent établir une corrélation négative entre l'exposition aux divers contaminants en eau douce et la survie subséquente des saumons en mer. Ainsi, il s'est avéré que l'exposition des saumoneaux au 4-nonylphénol (une substance contenue dans un grand nombre de produits, dont des pesticides) et à l'atrazine (un herbicide commun) augmente notablement leur mortalité lorsque ces saumoneaux arrivent en eau de mer. Or, de nombreux bassins versants de l'arrière-baie de Fundy, en particulier ceux des rivières Petitcodiac, Stewiacke, Salmon et Cornwallis, sont le siège d'activités agricoles qui se traduisent par le ruissellement de nutriants et de pesticides dans les rivières, estuaires et anses des alentours. On recommande que des recherches soient effectuées pour déterminer si les

concentrations de pesticides et d'autres contaminants (p. ex., les métaux lourds) présents dans les habitats de l'arrière-baie de Fundy influent sur la survie du saumon.

Obstacles

Des obstacles sont présents dans au moins 25 des 44 grandes rivières de la baie de Fundy. Dans l'arrière-baie de Fundy, les barrages-chaussées aménagés sur les rivières Petitcodiac, Shepody, Avon, Great Village, Chignois et Parrsboro figurent parmi les plus importantes d'entre eux. Ces ouvrages auraient eu des effets écologiques de tous ordres sur les rivières de la baie et leurs estuaires, comme une diminution de la zone de marées dans les rivières, une modification du débit d'eau douce, une diminution de l'apport d'eau salée en amont, des changements dans la dynamique hydraulique, un accroissement (souvent important) de la sédimentation, une réduction de la surface des marais salés à découvert (de plus de 80 % dans la région de l'arrière-baie) une baisse des transferts de nutriants entre la baie et les rivières, l'interférence avec la migration des poissons anadromes et la modification de l'habitat utilisé comme aires d'alevinage par certains de ces poissons. La construction du pont-chaussée de la Petitcodiac en 1968 a largement fait obstacle au passage des saumons adultes et des saumoneaux, accroissant de ce fait la vulnérabilité de leur population à la faible survie en mer. La population de saumon de la Petitcodiac s'est trouvée diminuée bien avant d'autres populations de saumon vivant dans rivières exemptes de grands obstacles (p. ex., les rivières Stewiacke et Big Salmon) quand est survenue la diminution de la survie en mer, à la fin des années 1980.

Les effets cumulés qu'aurait l'enlèvement de ces obstacles sur le rétablissement du saumon et la restauration de son habitat n'ont été que partiellement quantifiés, mais on estime que la construction du pont-chaussée de la rivière Petitcodiac a réduit la production de saumon de l'arrière-baie de Fundy d'au moins 20 %. Cet effet sur une aussi grande part de la production de saumon de l'arrière-baie de Fundy peut avoir influé sur la persistance de toute l'UD de l'arrière-baie de Fundy, en particulier si le phénomène des saumons égarés et le mélange de saumons sauvages entre rivières jouent un rôle important dans la viabilité des populations. Une étude récente de l'importance qu'a eue dans le passé l'immigration de saumons de la rivière Petitcodiac pour la réhabilitation de populations de saumon disparues de deux rivières voisines dans l'arrière-baie de Fundy apporte des preuves génétiques qui donnent crédit à l'hypothèse selon laquelle la migration depuis les rivières avoisinantes était autrefois importante. La persistance des populations des deux rivières considérées dépendait peut-être naturellement de l'immigration en provenance des rivières voisines, comme la Petitcodiac. Par conséquent, l'obstruction de la Petitcodiac a pu jouer un rôle important dans le déclin des populations des rivières avoisinantes.

Pêches en eau douce

Il a été établi que deux pêches d'eau douce, soit la pêche de la truite à la ligne et la pêche du gaspareau au carrelet, ont des effets, allant de modérés à grands, sur le saumon, qui est capturé accessoirement dans ces pêches; toutefois, la remise à l'eau de ces prises accessoires de saumon est obligatoire et le dommage qu'elles causent devrait donc être négligeable. Dans la région de Scotia-Fundy, la mortalité parmi les saumons adultes pêchés puis remis à l'eau est, croit-on, d'environ 3 %, mais on ne sait pas à combien elle se chiffre dans le cas des tacons et saumoneaux capturés et remis à l'eau. Les carrelets utilisés pour pêcher le gaspareau ne retiennent le saumon hors de l'eau que très brièvement, sans occasionner de dommage physiologique au poisson. Quant aux tacons et aux saumoneaux, la plupart d'entre eux passent entre les mailles de ces filets.

Phénomènes associés à la diminution des populations
La diversité génétique a été liée directement à la productivité du saumon rose, mais cela n'a pas encore été démontré chez d'autres espèces de saumon. Selon la théorie de la génétique des populations, les plus petites populations sont plus sujettes à la disparition que les grandes, parce que leur variabilité génétique est plus faible, qu'elles sont moins aptes à réagir aux changements environnementaux et qu'elles sont plus sujettes à la dépression de consanguinité. Dans les populations de petit effectif, la variation génétique peut disparaître en raison de changements aléatoires dans la fréquence des allèles et de la perte de génotypes rares. Un important problème lié à la perte de variation génétique et au rétablissement des populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy est celui de l'effet fondateur. La recolonisation d'une rivière dans laquelle les populations ont disparu ou ont été réduites à un faible effectif comprenant quelques individus d'une rivière adjacente ou d'un stock d'élevage se traduira presque certainement par une plus basse variabilité, parce que la diversité génétique des fondateurs sera alors probablement moindre que celle de la population originale. C'est à la fois l'ampleur du déclin de la population et la durée de celui-ci qui détermineront dans quelle mesure la diversité génétique sera perdue. Plus la baisse de l'abondance d'une population de faible effectif et la durée de cette baisse sont grandes, plus cette population sera susceptible de souffrir de la consanguinité. Du fait à la fois de la variabilité des débarquements antérieurs de la pêche commerciale du saumon (série sur plus de 100 ans avant les fermetures de la pêche commerciale imposées après 1983) et de la construction dans de nombreuses rivières au cours des années 1800 de barrages de scierie qui allaient bloquer l'accès aux frayères, on peut penser que le saumon de l'arrière-baie de Fundy a survécu à des périodes de faible abondance par le passé. Mais on ne croit pas que l'abondance ait jamais atteint un niveau aussi bas que celui où elle se trouve actuellement; de plus, on présume que les populations ont pu réagir à l'enlèvement des barrages parce que le taux de survie était suffisant pour permettre leur rétablissement.

Autres menaces en eau douce (activités anthropiques)
On sait qu'il y a une mortalité directe du saumon qui migre vers la mer aux centrales hydroélectriques de la rivière Gaspereau, en Nouvelle-Écosse. Les estimations de la mortalité des saumoneaux associée à ce genre de centrales varient grandement et dépendent de la façon dont chacune est conçue. Toutefois, les évaluations actuelles révèlent que, comme dans le cas de toutes les autres sources de mortalité directe en eau douce, si cette cause de mortalité était complètement éliminée dans la rivière Gaspereau, le taux de production du saumon ne s'en trouverait pas pour autant porté au-dessus du taux nécessaire au remplacement, en raison de la basse survie récente du saumon en mer. De nombreuses rivières de l'arrière-baie de Fundy sont le siège d'activités qui peuvent avoir des incidences sur la production du saumon, comme par exemple l'utilisation de l'eau pour la production d'électricité, la maîtrise des crues, l'extraction de l'eau pour l'irrigation, la création de réserves d'eau domestiques et commerciales et le rejet d'effluents. Parmi les cours d'eau à saumon de l'arrière-baie de Fundy, on pense que ce sont les rivières Cornwallis, Halfway, Avon, Gaspereau, St. Croix, Chiganois, Great Village, Parrsboro, Shepody et Petitcodiac où ce type d'incidence est le plus grand.

Mesures d'atténuation et solutions de rechange

Étant donné que la survie en mer est très basse, la principale mesure prise jusqu'ici pour empêcher la disparition du saumon de l'arrière-baie de Fundy a été la mise en place d'un programme de banques de gènes vivants (BGV), une forme de soutien par l'élevage qui a pour but de réduire la perte de diversité génétique et d'appuyer le rétablissement des populations de saumon dans les rivières de l'arrière-baie de Fundy une fois les conditions redevenues favorables à leur survie. Ce programme a réussi à accroître l'abondance des juvéniles dans le

milieu naturel et à réduire notablement le risque de disparition (voir ce qui suit). Mais comme on pense qu'à la longue cette forme d'élevage de soutien engendrera des changements génétiques qui peuvent réduire la capacité du saumon de l'arrière-baie de Fundy de survivre dans le milieu naturel, le programme de BGV n'est considéré que comme une mesure provisoire, à utiliser jusqu'à ce que les populations montrent des signes de rétablissement.

Il y a dans les bassins versants de l'arrière-baie de Fundy, des zones où l'utilisation des terres est restreinte, ce qui donne au saumon et à son habitat un degré de protection supplémentaire à celui que lui apporte la LEP. Citons comme exemples de telles zones un parc national (le parc national Fundy), des réserves naturelles provinciales (comme celles des rivières Economy et Portapique) et des aires de gestion de la faune (comme celle de la rivière Maccan). L'amélioration de la gérance, de l'éducation et de la sensibilisation, quoique ne constituant pas des mesures d'atténuation, devrait accroître les probabilités de survie et de rétablissement du saumon de l'arrière-baie de Fundy.

Les mesures d'atténuation et solutions de rechange destinées à contrer les menaces décrites dans les pages précédentes sont énumérées ci-dessous. On s'attend à ce que la mise en œuvre d'un bon nombre de ces mesures nécessite une collaboration entre de multiples groupes et organismes.

Aquaculture

Mesures d'atténuation

- Amélioration du confinement, comprenant des plans d'urgence et un système de déclaration des évasions de poisson ainsi que le marquage de l'infrastructure et des poissons.
- Amélioration de la gestion de la santé du poisson, comprenant des plans d'urgence et un système de déclaration en cas de flambée de certaines maladies et invasions parasitaires.
- Amélioration de la gestion des effluents.
- Amélioration de l'évaluation des risques en vue du choix des bons emplacements et stocks de donneurs (en tenant compte d'autres espèces possibles) pour les écloseries et élevages de saumon, et amélioration de l'application de la loi et des règlements.
- Amélioration de l'éducation et de la formation des travailleurs de l'industrie aquacole, en particulier en ce qui a trait au confinement du poisson et à la gestion des pisciculteures et écloseries.
- Utilisation de poissons stériles.
- Utilisation de filets à prédateurs dans toutes les exploitations aquacoles et signalement de toutes les attaques de prédateurs importantes. Utilisation de dispositifs d'éloignement des prédateurs comme les bouées acoustiques dans toutes les exploitations aquacoles, quoiqu'il faudrait étudier l'efficacité de ces dispositifs et les risques qu'ils posent pour d'autres espèces avant de les mettre en place.

Solutions de rechange

- Le recours à des installations aquacoles à terre a été proposé comme solution de rechange possible aux exploitations salmonicoles *in-situ* et comme moyen de réduire les taux d'évasion ainsi que les risques de transmission des maladies et parasites, et de traiter les effluents.

Pêches

Mesures d'atténuation

- Restrictions sur les saisons, les zones et les engins de pêche pour réduire les prises accessoires de saumon de l'arrière-baie de Fundy.
- Surveillance de la conformité pour s'assurer que les engins de pêche sont utilisés légalement.
- Remise à l'eau de tout saumon capturé (en lui causant le moins possible de dommages).

Autres mesures d'atténuation

- Réduction de l'action des prédateurs. Il conviendrait auparavant d'étudier les risques de cette mesure sur d'autres espèces.
- Gestion selon des objectifs écosystémiques définis qui englobent le saumon de l'arrière-baie de Fundy.

Changements dans les conditions du milieu d'eau douce

Étant entendu que l'habitat d'eau douce n'est pas considéré actuellement comme un facteur limitatif, mais qu'il est essentiel au rétablissement de la population :

Mesures d'atténuation

- Rétablissement et maintien de l'intégrité des bassins versants.
- Amélioration et adoption officielle de l'approche de gestion des risques dans l'examen des aménagements proposés dans l'habitat du saumon de l'arrière-baie de Fundy et ses alentours qui est effectué en application des dispositions sur l'habitat de la *Loi sur les pêches,* de la LEP et de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*.
- Enlèvement des obstacles pour améliorer l'accès à l'habitat d'eau douce et améliorer les conditions environnementales locales et générales.
- Accroissement de la gestion et de la surveillance des effets cumulés, y compris de l'extraction d'eau.
- Rétablissement et maintien des régimes d'écoulement naturels, p. ex., dans les marais salés.

Contaminants (métaux, pesticides, herbicides, rejets d'eaux usées, etc.)

Mesures d'atténuation

- Déclarations d'utilisation plus fréquentes et prévention des rejets de contaminants dans l'habitat du saumon de l'arrière-baie de Fundy.
- Plus grand confinement des contaminants ayant des effets connus sur le saumon de l'arrière-baie de Fundy.
- Plus grande application des pratiques de gestion exemplaires en agriculture, foresterie et autres industries afin de réduire le ruissellement d'herbicides et de pesticides, et conformité accrue à ces pratiques.

Solutions de rechange

- Examen des substitutions possibles aux pesticides et herbicides dont on sait qu'ils présentent de grands risques pour les espèces aquatiques.

Obstacles à la migration du poisson

Mesures d'atténuation

- Assurer une migration du poisson sans obstruction.

Solutions de rechange

- Enlèvement des obstacles qui limitent l'accès aux cours d'eau présentant un habitat favorable en amont. Cela devrait accroître le rythme du rétablissement si la survie en mer augmente et rétablir une source importante de sous-population, qui pourrait contribuer à la fois à la progression du rétablissement et à la viabilité future du saumon de l'arrière-baie de Fundy.

De l'avis des scientifiques du MPO les mesures d'atténuation suivantes revêtent une importance particulière : le maintien des restrictions sur les saisons, les zones et les engins de pêche afin de réduire les incidences de la capture de saumon de l'arrière-baie de Fundy, et la remise à l'eau des saumons capturés avec les précautions voulues pour leur causer le moins possible de dommages; l'amélioration du confinement du saumon d'élevage, de la gestion de la santé du poisson et du choix des emplacements des écloseries et piscicultures de saumon afin de réduire ou d'éliminer les interactions génétiques entre le saumon sauvage et le saumon d'élevage; la réduction des incidences des prédateurs et le rétablissement et le maintien de l'intégrité des bassins versants pour y conserver des régimes d'écoulement naturels, donner au poisson accès à l'habitat et assurer la qualité de l'eau et de l'habitat.

Viabilité des populations avec et sans les banques de gènes vivants

Pour déterminer les effets possibles du programme de BGV sur la viabilité et le rétablissement des populations, un modèle d'AVP intégrant les BGV a été élaboré. Compte tenu des forts taux de mortalité en mer, le programme de BGV actuel a été conçu pour protéger les populations contre la perte de diversité afin de maintenir le potentiel de réintroduction du saumon dans les rivières de l'arrière-baie de Fundy quand les conditions seront propices à sa survie. Il consiste à prélever des saumons juvéniles dans le milieu naturel, à les amener à maturité en captivité, à procéder aux croisements voulus et à lâcher les saumons issus de ces croisements dans la rivière d'où provenaient leurs géniteurs. Ce programme comprend plusieurs procédures de réserve en guise de protection contre des phénomènes catastrophiques. L'AVP réalisée intégrait une version simplifiée du programme, dans laquelle les saumoneaux sont prélevés au cours de leur avalaison vers la mer, élevés jusqu'à la maturité en écloserie et amenés à frayer, leur descendance étant ensuite lâchée dans leur rivière d'origine à l'état d'alevins vésiculés. Ce modèle est fondé sur les estimations de survie et l'effectif de population initial de la rivière Big Salmon. La population modélisée consistait en des poissons produits dans le milieu naturel et d'autres provenant du programme de PGV, comme c'est le cas dans la rivière. Il ressort de l'analyse que, quoique le saumon de l'arrière-baie de Fundy disparaîtrait rapidement sans les apports du programme de BGV, grâce à ce programme les populations devraient persister à long terme, mais avec un faible effectif (figure 7). Le nombre de saumons adultes revenus dans la rivière Big Salmon a été estimé à 77 en 2006 et 47 en 2007, chiffres qui correspondent à peu près aux prédictions du modèle après huit à dix ans d'existence du programme. Aucune des simulations visant des populations qui reçoivent l'appui de BGV n'avaient disparu au bout de 50 ans, ce qui laisse penser que tant que le programme sera maintenu la probabilité de disparition est très faible. L'absence de changement dans les taux de survie durant la période sur laquelle portent les projections de population est une des principales hypothèses du modèle. L'élevage en captivité devrait mener à une baisse de la survie au fil du temps, car la sélection naturelle – processus consistant à éliminer de la population les organismes qui sont

en moins bonne condition – ne s'effectue pas en captivité. L'ampleur et le rythme de ces changements dans la survie demeurent inconnus, mais il est probable que de ce fait les résultats de la modélisation sont optimistes.

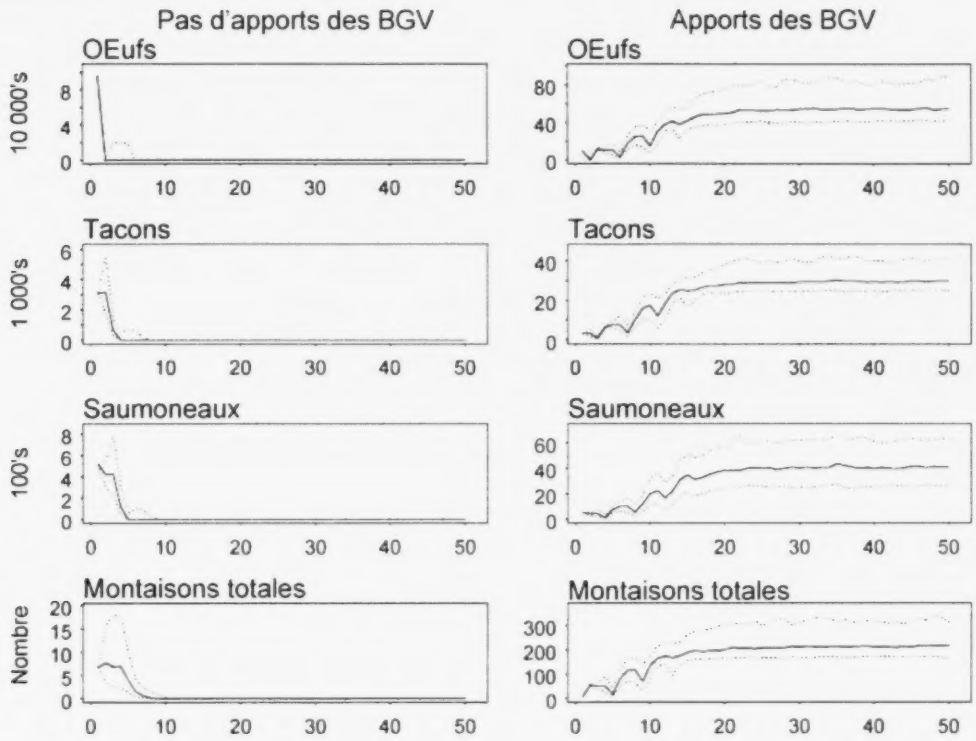

Figure 7. Comparaison de trajectoires de population simulées avec et sans les apports du programme de banques de gènes vivants (BGV). Dans les simulations avec BGV, les chiffres d'abondance comprennent des poissons élevés en captivité et des poissons sauvages. Les graphiques résument 400 trajectoires simulées. La courbe pleine représente les valeurs médianes (soit les valeurs auxquelles la moitié des simulations sont supérieures et l'autre moitié inférieures) et les courbes pointillées les valeurs entre lesquelles se situent 90 % des trajectoires simulées.

Effets de la hausse de la production en eau douce et de la baisse de la mortalité en mer sur la probabilité de disparition ou de rétablissement du saumon de l'arrière-baie de Fundy

L'AVP fondée sur le cycle biologique qui a servi à évaluer les effets des BGV sur la probabilité de disparition ou de rétablissement du saumon de l'arrière-baie de Fundy a été adaptée pour qu'on puisse examiner comment une hausse de la productivité en eau douce et une baisse de la mortalité en mer influeraient sur la probabilité de disparition ou de rétablissement. Les divers scénarios portaient sur des taux de mortalité en mer de 99 %, 97 %, 94 % et 92 % et une productivité en eau douce correspondant à ses niveaux actuels, les chiffres étant augmentés par tranches de 5 %, 10 % et 25 % dans les autres simulations. Il ressort de l'analyse qu'aux taux actuels de mortalité en mer la hausse de la productivité en eau douce devrait avoir peu d'effet sur les probabilités de disparition ou de rétablissement. La présence ou l'absence d'apports des BGV ne modifient pas cette conclusion. Toutefois, si la survie en mer augmente, aussi bien les taux de croissance des populations que l'effectif des populations rétablies

réagissent de manière très sensible à la qualité autant qu'à la quantité de l'habitat d'eau douce; d'où l'importance de maintenir l'habitat d'eau douce pour que le saumon de l'arrière-baie de Fundy puisse se rétablir. L'analyse révèle que les populations montreraient des signes de rétablissement si la mortalité en mer était réduite à 92-94 %. Cette conclusion est sensible à la productivité de l'habitat d'eau douce ainsi qu'à la variabilité et à l'autocorrélation des taux de survie en mer.

Effets d'une faible mortalité d'origine anthropique sur les probabilités de persistance et de disparition du saumon de l'arrière-baie de Fundy

L'AVP fondée sur le cycle biologique qui a servi à évaluer les effets des BGV sur la probabilité de disparition ou de rétablissement a été adaptée pour qu'on puisse examiner les scénarios représentant trois formes d'incidences anthropiques possibles sur le saumon : la mortalité accessoire dans les pêches, les dommages fortuits aux juvéniles dus à des activités se déroulant à proximité de rivières (tableau 2) et la mortalité aux barrages lors de l'avalaison. Les résultats révèlent qu'en l'absence des BGV et aux faibles taux actuels de survie en mer, ni la probabilité de rétablissement (proche de zéro), ni la probabilité de disparition (proche de un) ne sont très sensibles à de faibles niveaux de mortalité d'origine anthropique, quoique les taux de rétablissement et l'effectif des populations rétablies diminuent quand la mortalité augmente. De plus, de bas niveaux de mortalité anthropique ont peu d'effet sur la probabilité de disparition (proche de zéro) quand il y a des apports des BGV, même quand la survie en mer est très faible. Au grand degré d'intensité où il est nécessaire de le pratiquer actuellement pour maintenir les populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy, l'élevage en captivité devrait se traduire par des changements génétiques à long terme qui pourraient réduire la capacité du saumon de l'arrière-baie de Fundy à survivre dans le milieu naturel. Quand la survie en mer commencera à s'améliorer, une réduction de la contribution de l'élevage en captivité au soutien de ces populations devrait permettre alors à celles-ci de s'adapter à leur milieu naturel. Cette adaptation devrait améliorer leurs chances de survie à long terme sans les apports des BGV. Comme le montre le scénario axé sur des « saumons sauvages uniquement », quand les populations commencent à se rétablir, il y a une période critique durant laquelle la probabilité de disparition et la probabilité de rétablissement sont toutes deux sensibles à de faibles niveaux de mortalité lorsque la contribution du programme de BGV est progressivement supprimée (comme prévu). Par conséquent, il conviendra de réévaluer la nécessité du soutien des BGV, ainsi que les niveaux acceptables de mortalité (p. ex. les prises accessoires dans les pêches, la facilité de la migration et la survie du poisson à la migration, les effets des contaminants, les prélèvements d'eau et les autres facteurs influant sur l'habitat), quand la survie en mer commencera à s'améliorer.

Tableau 2. Sommaire des probabilités relatives de rétablissement et de disparition aux années 10 et 50 dans le scénario fondé sur une baisse de la mortalité en mer et sur une hausse de la mortalité accessoire des juvéniles dans une population, selon qu'elle reçoit des apports du programme de banques de gènes vivants (s. sauvages + BGV) ou qu'elle n'en reçoit pas (s. sauvages seulement).

Mortalité en mer	Hausse de la mortalité accessoire	Après 10 ans				Après 50 ans			
		Prob. de disparition		Prob. d'atteindre l'objectif de rétablissement		Prob. de disparition		Prob. d'atteindre l'objectif de rétablissement	
%	%	s. sauvages seulement	s. sauvages + BGV	s. sauvages seulement	s. sauvages + BGV	s. sauvages seulement	s. sauvages + BGV	s. sauvages seulement	s. sauvages + BGV
99	0	100	0	0	0	100	0	0	0
99	2,5	100	0	0	0	100	0	0	0
99	5	100	0	0	0	100	0	0	0
99	10	100	0	0	0	100	0	0	0
96	0	43,2	0	0	0	100	0	0	38,6
96	2,5	49,4	0	0	0	100	0	0	31,6
96	5	55,2	0	0	0	100	0	0	25,6
96	10	63,6	0	0	0	100	0	0	15,2
94	0	9,2	0	0	0,8	61,4	0	4,4	81,2
94	2,5	11,4	0	0	0,2	81,2	0	1,2	76,6
94	5	14,4	0	0	0	94,2	0	0	71,6
94	10	20	0	0	0	99,6	0	0	54,8
92	0	3,2	0	0	1,6	2,6	0	62,2	95,6
92	2,5	3,6	0	0	1,2	5	0	48,8	94,4
92	5	3,8	0	0	1,2	8,4	0	33,6	91,8
92	10	5	0	0	0,6	30	0	12,2	85,6

Priorités en matière de recherche et de surveillance

Les participants à la réunion ont classé les recommandations de recherche et de surveillance susceptibles de contribuer au rétablissement du saumon de l'arrière-baie de Fundy en deux catégories, soit les recommandations « prioritaires » (tableau 3) et les « autres » recommandations (tableau 4). Bien que tout ait été fait pour dresser un état exhaustif des travaux à effectuer, il se peut que des sujets de recherche manquent à cette liste en raison des incertitudes quant aux causes de l'effondrement du saumon de l'arrière-baie de Fundy et du rôle limitatif relatif que les menaces qui pèsent actuellement sur lui peuvent avoir sur sa survie et son rétablissement. La liste devrait donc évoluer parallèlement à l'amélioration des connaissances.

Tableau 3. Recommandations prioritaires en matière de recherche et de surveillance.

Sujet	Recommandation
Habitat	Examiner l'utilisation de l'habitat marin, notamment son utilisation spatio-temporelle tout au long de l'année (et particulièrement l'hiver) en cherchant à déterminer quels sont les facteurs limitatifs dans ce domaine.
Habitat	Déterminer quels facteurs concernant l'habitat limitent le plus le rétablissement et quelles mesures d'atténuation apporteraient la plus grande amélioration dans la quantité ou la qualité de l'habitat.
Habitat	Surveiller la fréquence et les tendances des tempêtes et des périodes de sécheresse.
Habitat	Actualiser l'information sur le débit des rivières, élaborer des modèles des normes de débit minimal et étudier les effets cumulés des changements dans le débit.
Génétique	Étudier les effets génétiques de la dépression consécutive à des croisements distants (p. ex. évasion des piscicultures ou égarement hors de l'UD.
Génétique	Recueillir des données génétiques quantitatives et surveiller l'introgression.
Incidences de l'aquaculture	Étudier les interactions entre le saumon sauvage et le saumon d'élevage (notamment en ce qui a trait aux maladies, à la prédation, à la génétique, etc.) dans les milieux marins et d'eau douce et documenter le comportement et le sort des saumons évadés.
Incidences des prédateurs	Déterminer quels sont exactement les prédateurs du saumon et l'ampleur de la prédation dans la baie de Fundy.
Incidences trophiques	Déterminer quels sont les effets des changements dans le réseau trophique et d'autres changements survenant dans la baie de Fundy sur le potentiel de rétablissement et le recrutement historique.
Obstacles	Quantifier le potentiel de restauration du milieu après l'enlèvement de divers obstacles et dans divers scénarios d'amélioration de la migration du poisson ainsi que les méthodes ou techniques qui seraient les plus efficaces à cet égard.

Tableau 4. Autres recommandations en matière de recherche et de surveillance

Sujet	Recommandation
Biologie	Étudier la dynamique des populations de saumon.
Habitat	Recenser la quantité, les emplacements et la condition de l'habitat d'eau douce dans toutes les rivières de l'arrière-baie de Fundy et commencer à quantifier les changements survenant dans l'habitat au fil des ans.
Habitat	Étudier le rôle que la présence d'habitats de différentes qualités dans une région ou au sein d'une rivière a sur la viabilité d'une population.
Obstacles	Recueillir de l'information sur les obstacles.
Obstacles	Élaborer un modèle d'analyse de viabilité de la métapopulation pour étudier les hausses prévues de la capacité de production et la persistance des populations pouvant découler de la suppression de certains obstacles (c.-à-d. de l'amélioration de la migration du poisson).
Obstacles	Étudier le rôle des obstacles dans la perte de productivité des habitats côtiers et estuariens adjacents ainsi que toute incidence éventuelle de cette perte sur la production de saumon.
Modélisation	Intégrer les conséquences génétiques possibles du programme de banques de gènes vivants dans l'AVP.
Pêches	Déterminer quelles sont des prises de saumon et en effectuer le suivi (annuellement).
Contaminants	Procéder à un relevé pour déterminer si les concentrations de pesticides et autres contaminants (p. ex. les métaux lourds) dans l'habitat de l'arrière-baie de Fundy influent sur la survie du saumon.
Modélisation	Modéliser les changements dans les conditions environnementales et les activités anthropiques eu égard à leurs effets cumulés sur la viabilité des populations.

Sources d'incertitude

Une incertitude existe quant à l'origine de certains saumons qu'on trouve actuellement dans l'arrière-baie de Fundy.

Il peut s'avérer difficile de déceler la présence de juvéniles lorsque leur abondance est très basse; cela signifie que les populations n'ont pas nécessairement disparu des rivières dans lesquelles on n'a pas observé de saumon.

On ne sait rien de la répartition du saumon de l'arrière-baie de Fundy dans le milieu marin et des caractéristiques limitatives de ce milieu (particulièrement en hiver).

L'AVP est une technique efficace et largement utilisée en biologie de la conservation pour étudier les conditions courantes, évaluer les risques et déterminer par simulation comment des mesures de gestion futures pourraient influer sur une population en déclin. Il est notoire qu'elle produit des estimations exactes de la probabilité véritable de disparition ou de rétablissement, mais elle permet aussi une évaluation relative des mesures de gestion. Dans celles de ses applications qui sont présentées ici, les estimations du risque de disparition, d'une part, en l'absence d'intervention humaine (risque très grand) et, d'autre part, avec les apports des BGV (risque très faible) sont validées par les niveaux d'abondance du saumon dans les rivières qui reçoivent des apports des BGV et celles qui n'en reçoivent pas.

On ne sait pas quelle serait la dynamique de populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy rétablies et par conséquent on ne sait pas non plus quel serait l'effectif de ces populations. Il n'est donc pas certain que les objectifs de rétablissement proposés soient suffisants pour assurer la viabilité à long terme des populations, mais on ne croit pas qu'ils soient exagérément élevés, compte tenu de l'abondance passée des populations.

Enfin, on ignore quel rôle joue la migration d'une rivière à une autre dans la stabilité numérique et l'intégrité génétique au sein de l'UD.

CONCLUSION ET AVIS

Les perspectives au sujet de **l'état des populations de saumon adulte de l'arrière-baie de Fundy** sans intervention humaine comme le soutien par l'élevage sont peu brillantes. Depuis 1989, les populations sauvages de saumon de l'arrière-baie de Fundy sont tombées à de très faibles niveaux d'abondance et elles risquent actuellement de disparaître. De fait, elles disparaissent actuellement des rivières qui ne reçoivent pas d'apports du programme de BGV. Toutefois, dans les rivières qui bénéficient de tels apports, l'abondance des **juvéniles** est en augmentation.

La modélisation de la **dynamique des populations** de saumon de l'arrière-baie de Fundy révèle que la mortalité annuelle moyenne des saumons immatures en mer a augmenté, étant passée de 83 % (1964-1989) à plus de 97 % (1990-2003) et qu'elle est encore plus élevée à l'heure actuelle. La mortalité annuelle des postsaumoneaux est passée de 49 % à 64 % durant la même période.

Les **projections de population** révèlent que, dans les conditions actuelles, en l'absence d'intervention humaine il y aurait une très forte probabilité que le saumon de l'arrière-baie de Fundy disparaisse d'ici 10 ans.

On considère que le nombre de reproducteurs nécessaire à la conservation du saumon dans l'unité désignable de l'arrière-baie de Fundy (~ 9 900 adultes reproducteurs) représente un **objectif de rétablissement** raisonnable. Étant donné que la viabilité des populations, leur fonction écologique et les avantages qu'en tirent les humains augmentent lorsque les populations sont rétablies dans le maximum de rivières, on recommande que l'objectif de répartition du rétablissement vise le plus grand nombre possible de rivières parmi les 32 où on sait que vivaient des populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy. Vraisemblablement, il sera nécessaire de réévaluer cet objectif lorsque le saumon de l'arrière-baie de Fundy commencera à se rétablir, qu'on progressera dans la recherche sur la dynamique des populations de saumon et qu'on en saura plus sur l'équilibre entre la production en eau douce et la survie en mer. Il se peut que le nombre de rivières visées par le rétablissement soit réduit s'il s'avère qu'un plus petit nombre de rivières suffit à assurer la persistance du saumon. À l'inverse, il est possible aussi qu'un plus grand nombre de rivières ou un plus grand accès aux rivières soit nécessaire au rétablissement.

Le saumon atlantique a besoin d'une variété d'**habitats** tout au long de son cycle biologique; au fur et à mesure qu'il grandit pour attendre la maturité, ses besoins en habitat changent. En eau douce, il a besoin d'un habitat où se nourrir, hiverner, frayer, aleviner et passer les premiers stades de sa croissance, ainsi que d'un habitat propice à sa montaison. Les besoins en habitat marin des saumons atlantiques de l'arrière-baie de Fundy sont moins connus que leurs besoins en habitat d'eau douce. Il est toutefois avéré que ce poisson évolue dans la majeure partie de la baie de Fundy au cours de sa phase marine. Quoique peu de saumons de l'arrière-baie de Fundy migrent dans l'Atlantique Nord, les postsaumoneaux de l'arrière-baie de Fundy semblent utiliser les habitats de l'arrière-baie et de l'avant-baie de Fundy durant leur premier été en mer. On ignore quels sont les habitats marins que fréquente ce saumon en hiver. On ne pense pas que l'habitat d'eau douce limite actuellement le rétablissement du de l'arrière-baie de Fundy. Toutefois, lorsque la survie en mer augmente aussi bien les taux de croissance des populations que l'effectif des populations rétablies réagissent de manière très sensible à la quantité et à la qualité de l'habitat d'eau douce disponible. D'où l'importance de maintenir l'habitat d'eau douce pour que le saumon de l'arrière-baie de Fundy puisse se rétablir. On ne sait pas si des changements dans l'habitat marin ont contribué aux faibles taux de survie en mer.

On connaît mal les causes de l'effondrement que connaissent les populations de saumon de l'arrière-baie de Fundy depuis les années 1980. Le changement observé dans la survie en mer en est l'explication la plus probable, quoiqu'on ne sache pas quels sont les facteurs qui l'ont amené. En outre, même si on a cerné les **menaces** qui pèsent actuellement sur le saumon de l'arrière-baie de Fundy, on ne sait pas non plus quels sont les principaux facteurs qui limitent sa survie et son rétablissement. Les principales menaces courantes pesant sur le saumon de l'arrière-baie de Fundy dans sa phase marine sont les interactions avec le saumon d'élevage, les changements dans la biocénose, les phénomènes associés à la diminution des populations, les changements dans l'environnement et certaines pêches. Les principales menaces auxquelles ce saumon est exposé en eau douce sont les phénomènes associés à la diminution des populations, les changements dans les conditions environnementales, les contaminants et les obstacles à la migration. Il est probable qu'il y ait des interactions cumulées ou synergiques entre ces diverses menaces et d'autres, mais on ne les connaît pas.

Étant donné que la survie en mer est très basse, la principale mesure prise jusqu'ici pour empêcher la disparition du saumon de l'arrière-baie de Fundy a été la mise en place d'un programme de soutien par l'élevage appelé programme de **banques de gènes vivants** (BGV). La modélisation révèle que, quoique le saumon de l'arrière-baie de Fundy viendrait à disparaître rapidement sans le programme de BGV, ses populations devraient se maintenir, quoiqu'en faible effectif, à long terme grâce à ce programme. Mais comme on pense qu'à la longue cette

forme d'élevage de soutien engendrera des changements génétiques qui peuvent réduire la capacité du saumon de l'arrière-baie de Fundy de survivre dans le milieu naturel, le programme de BGV n'est considéré que comme une mesure provisoire, à utiliser jusqu'à ce que les populations montrent des signes de rétablissement.

Diverses **mesures d'atténuation et solutions de recherche** ont été proposées pour contrer certaines menaces et quelques-unes de ces mesures sont actuellement mises en œuvre. Un bon nombre des mesures proposées nécessitent une collaboration entre de multiples organismes et groupes.

D'après la **modélisation**, au taux actuel de mortalité en mer (~ 99 %), un accroissement de la productivité en eau douce aurait peu d'effet sur la probabilité de disparition ou de rétablissement des populations. Toutefois, si la survie en mer augmente (p. ex. si la mortalité en mer diminue à 92-94 %), aussi bien les taux de croissance des populations que l'effectif des populations rétablies réagissent de manière très sensible à la quantité et à la qualité de l'habitat d'eau douce disponible. Il ressort également du modèle que dans les conditions actuelles ni la probabilité de disparition, ni la probabilité de rétablissement ne sont très sensiblement influencées par de faibles niveaux de mortalité d'origine anthropique. Toutefois, si la survie en mer venait à être réduite à 92-96 %, la probabilité de disparition (sans les apports du programme de BGV) et la probabilité de rétablissement (avec et sans les apports du programme de BGV) seraient influencées par des niveaux même faibles de mortalité anthropique.

Les **recommandations de recherche** susceptibles de contribuer au rétablissement du saumon de l'arrière-baie de Fundy ont été classées en deux catégories, soit les recommandations « prioritaires » et les « autres » recommandations. Au nombre des recommandations prioritaires, il faut citer l'étude des causes du changement dans la survie en mer, l'étude de l'utilisation de l'habitat marin par le saumon de l'arrière-baie de Fundy et l'examen des autres facteurs susceptibles de limiter le rétablissement, notamment les effets génétiques de la dépression consécutive à des changements distants, les interactions entre le saumon d'élevage et le saumon sauvage, la prédation et les changements dans le réseau trophique, ainsi que les facteurs touchant la migration. Des travaux de recherche sur le rôle de l'habitat d'eau douce dans le rétablissement, notamment sur les moyens d'améliorer la migration du poisson et les effets connexes si la survie en mer augmente, sont aussi recommandés.

AUTRES CONSIDÉRATIONS

Plusieurs organismes, gouvernementaux et autres, ainsi que des partenaires industriels ont un juste intérêt pour le saumon de l'arrière-baie de Fundy ou possèdent des connaissances ou une expertise à son sujet et contribuent à son rétablissement. Ces groupes constituent une base de ressources pour l'obtention d'autres renseignements.

L'Agence Parcs Canada prend depuis longtemps des mesures de gestion du saumon et a joué un rôle important dans le rétablissement du saumon de l'arrière-baie de Fundy au sein du parc national Fundy, en venant compléter les initiatives continues du MPO à cet égard par des activités de surveillance et des recherches halieutiques exhaustives. Comme le parc national Fundy protège le seul habitat de cette population se trouvant sur des terres fédérales (rivières Point Wolfe et Upper Salmon) et qu'il est situé à proximité de la rivière Big Salmon, qui compte un des plus grands effectifs restants de saumon de l'arrière-baie de Fundy, l'agence Parcs Canada est toute indiquée pour assurer le rétablissement à long terme du saumon de l'arrière-baie de Fundy sur ses terres. L'Agence a également œuvré hors du parc, en étroite collaboration avec le MPO, dans la rivière Big Salmon.

De concert avec le MPO et l'Agence Parcs Canada, d'autres partenaires contribuent aussi au rétablissement du saumon de l'arrière-baie de Fundy. Ce sont : l'Université Acadia, la Première nation de la vallée de l'Annapolis, la Fédération du saumon atlantique, la Big Salmon River Association, la Cobequid Salmon Association, la Cumberland County River Enhancement Association, le programme de rétablissement de l'habitat de la Première nation Fort Folly, la Fundy Model Forest, le groupe Friends of the Avon River, la Première nation Glooscap, la Première nation Indian Brook, J.D. Irving Limited, la Kings County Wildlife Association, le Maritime Aboriginal Aquatic Resources Secretariat, le Maritime Aboriginal Peoples Council, la Première nation Millbrook, la Native Council of NS Netukulimkewe'l Commission, le New Brunswick Aboriginal Peoples Council, le ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick, le Conseil du Saumon du Nouveau-Brunswick, la New Brunswick Salmon Growers Association, le ministère de l'Agriculture et des Pêches de la Nouvelle-Écosse, la Nova Scotia Power Inc., la Nova Scotia Salmon Association, les Sentinelles Petitcodiac et la Shepody Fish and Game Association.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Amiro, P.G., J.C. Brazner, et J. Voutier. 2008. An Assessment of the Potential for Recovery of the Atlantic Salmon Designated Unit for the Inner Bay of Fundy: Habitat Issues. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2008/058.

Amiro, P.G., J.C. Brazner, et J. Voutier. 2008. An Assessment of the Potential for Recovery of the Atlantic Salmon Designated Unit for the Inner Bay of Fundy: Threats. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2008/059.

COSEPAC. 2006. Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon atlantique *Salmo salar* (populations de la baie de Fundy supérieure) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa.

MPO. 2008. Évaluation des installations d'élevage en captivité dans le contexte de leur contribution à la conservation de la biodiversité. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2008/027.

Gibson, A.J.F., H.D. Bowlby, J.R. Bryan, et P.G. Amiro. 2008. Population Viability Analysis of Inner Bay of Fundy Atlantic Salmon With and Without Live Gene Banking. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2008/057.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Contactez : Jamie Gibson
Division de l'écologie des populations
Institut océanographique de Bedford
1 Challenger Drive
Dartmouth (N.-É.) B2Y 4A2

Tél. : 902-426-3136
Fax : 902-426-1506
E-Mail : GibsonAJF@mar.dfo-mpo.gc.ca

ANNEXES

Annexe 1. Description générale des besoins spatio-temporels du saumon atlantique en matière d'habitat d'eau douce à huit stades biologiques.

Stade biologique	Âge (en mois) à compter de la ponte	Période		Habitat d'eau douce		
		Début	Fin	Substrat	Endroits	Usage
Œuf	De 0 à 6	Nov.	Mars	Gravier meuble et galets	Toute la rivière et ses tributaires	Ponte et incubation
Alevin vésiculé	De 6 à 7	Avril	Mai	Gravier et galets avec espaces interstitiels	Toute la rivière et ses tributaires	Premiers stades du développement
Alevin	De 8 à 12	Mai	Avril	Gravier, galets et roches	Toute la rivière et ses tributaires	1re année de croissance et hivernage
Tacon 1+	De 12 à 36	Mai	Mai	Galets et roches	Toute la rivière et ses tributaires	2e année de croissance et hivernage
Tacon 2+	De 26 à 36	Mai	Mai	Galets et roches	Toute la rivière et ses tributaires	3e année de croissance et hivernage
Tacon 3+ et >	De 36 à 48+	Mai	Mai	Galets et roches	Toute la rivière et ses tributaires	Croissance et hivernage
Saumoneau	28, 38 et 50	Mai	Juill.	Tous types	Cours inférieur de la rivière	Alimentation et migration
Adulte	38, 50 et 62	Déc.	Avril	Varié	Eaux profondes dans toute la rivière	Préparation pour le frai et hivernage

Annexe 2. Description générale des besoins spatio-temporels du saumon atlantique en matière d'habitat marin à trois stades biologiques.

Stade biologique	Âge (en mois) à compter de la ponte	Période		Habitat marin		
		Début	Fin	Indicateur	Endroits connus	Usage
Saumoneau	28, 38, and 50	Mai	Juill.	Température	Estuaires et route de migration	Croissance et maturité
Postsaumoneau	+7 à partir du stade de saumoneau	Mai	Déc.	Température	Baie de Fundy, golfe du Maine, plateau néo-écossais	Croissance et maturité
Adulte – 1 année en mer	+6 à partir du stade de post-saumoneau	Déc.	Oct.	Température	Baie de Fundy, golfe du Maine, plateau néo-écossais	Croissance et maturité
Adulte – multifrai	De +12 à 16 à partir du stade d'adulte d'1 année en mer	Avril	Oct.	Inconnu	Endroits inconnus	Croissance et maturité
Adulte – 2 années en mer	+18 à partir du stade de ost-saumoneau	Déc.	Juin	Température	Terre-Neuve, Grands Bancs, Mer du Labrador Ouest du Groenland	Croissance et maturité

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques
Région des Maritimes
Pêches et Océans Canada
C.P. 1006, succursale B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-7070
Télécopieur : 902-426-5435
Courriel : XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4921 (imprimé)
© Sa majesté la Reine du chef du Canada, 2008

An English version is available upon request at the above address.

LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO. 2008. Évaluation du potentiel de rétablissement du saumon atlantique de l'arrière-baie de Fundy. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2008/050.